

**SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET**

Lisbet Lewan

**Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av
växtnäringsämnen**

Lisbet Lewan och Holger Johnsson

Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve

Solweig Wall Ellström

**Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s
stationsnät på åkermark**

Ekohydrologi 27

Uppsala 1990

**Avdelningen för vattenvårdslära
Swedish University of Agricultural Sciences
Division of Water Management**

ISRN 4400-4
ISSN 0347-9307

INNEHÅLL

Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringsämnen av Lisbet Lewan	5
Insådd av fånggröda: Effekter på utlakning av kväve av Lisbet Lewan och Holger Johnsson	15
Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark av Solweig Wall Ellström	33

FÖRORD

De två första uppsatserna i detta nummer av Ekohydrologi rör insådd fånggröda som dämpare av kväveutlakningen på lätta jordar i södra Sverige. Statens naturvårdsverk, Skogs- och jordbrukets forskningsråd samt Sveriges lantbruksuniversitet har stått för finansieringen.

Den tredje uppsatsen är en årsrapport för år 1988/89 rörande avdelningens verksamhet inom JRK "Jordbrukets recipientkontroll". Pengarna till denna verksamhet administreras av naturvårdsverket men har sitt ursprung i miljöavgifterna på handelsgödsel och bekämpningsmedel.

1990-12-01

Arne Gustafson

INSÅDD FÅNGGRÖDA: EFFEKTER PÅ UTLAKNING AV VÄXT-NÄRINGSÄMNE

Ett orienterande försök på sandjord i nordvästra Skåne 1985-87

Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients. A preliminary study on sandy soil in southwest of Sweden 1985-87

Sammanställt av Lisbet Lewan

Abstract. A field trial was performed on a sandy soil, during two years, to investigate the effects of an undersown catchcrop (rye grass) on leaching of nutrients (mainly nitrogen) from the soil.

The experiment was carried out on separately tile-drained plots. The discharge from each plot was measured with tipping-buckets. Water samples were taken every two weeks for measurement of pH, conductivity and concentrations of nitrogen, phosphorous and potassium.

In the first year, the catchcrop was ploughed in late November. The second year it was ploughed in September. This was done because the plots were to follow the cropping sequence of the whole farm - and in that year winter-rye was sown.

The level of the yearly losses of nutrients were lower for the second year. This was mainly due to lower amounts of rainfall and therefore lower discharges. During both experimental years, the leaching of nitrogen was reduced by 18 % in the catchcrop treatment. The effects would presumably have been higher had the catchcrop not been ploughed until spring. A field trial with the objective to investigate the effects of a catchcrop with springploughing, was started in 1988. The experimental plots at Västraby are involved in this project.

INLEDNING OCH SYFTE

Sådd av fånggrödor är en av flera åtgärder, som kan bidra till att minska läckaget av växtnäring från åkermark. Vid avdelningen för vattenvårdslära har flera studier gjorts, beträffande effekterna av några olika fånggrödor sådda efter skörd av huvudgrödan (Kreuger & Brink, 1984; Gustafson & Torstensson, 1987). I dessa studier framhålls att den eftersådda fånggrödan, under vissa år, etableras dåligt. Tiden mellan sådd av fånggrödan och vegetationsperiodens slut blir ibland alltför kort för att en tillfredsställande etablering ska kunna ske. Detta bidrar till att effekterna av en eftersådd fånggröda kan variera kraftigt från år till år.

Under åren 1985-1987 gjordes orienterande försök med en insådd fånggröda på ett försöksfält beläget på sandjord i nordvästra Skåne. Resultaten från dessa två år redovisas i denna rapport.

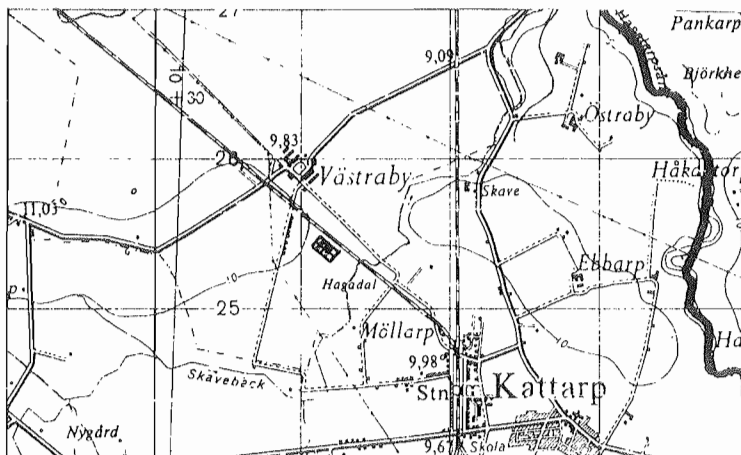


Fig. 1. Försöksfältet vid Västraby; geografisk placering.
Experimental field at Västraby; geographical position.

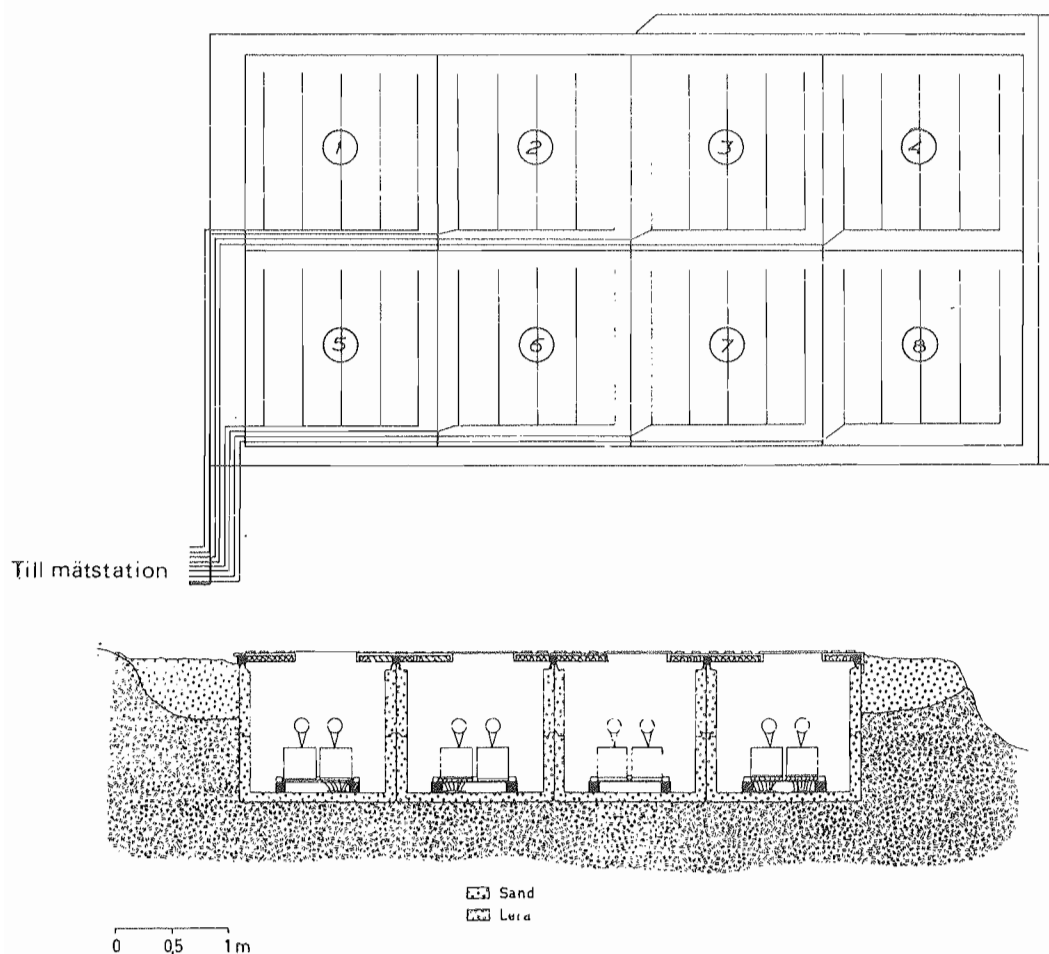


Fig. 2. Västraby försöksfält; utformning av täckdikningssystem och mäststation.
Experimental field at Västraby; subdrainage design and gauging station.

Tabell 1. Medeldjup av sandlagret på respektive försöksruta. Försöksfältet på Västraby gård. *Average depth of sandy layer on each experimental plot*

Ruta Plot (nr)	1	2	3	4	5	6	7	8
Djup Depth (cm)	82	84	93	90	70	78	83	97

Tabell 2. Textursammansättning (%). *Textural composition (%)*

Djup Depth	Texturklass Textural class	ler clay	mjäla silt	mo loam	sand sand	org.subst org.matter
0 - 30		10	6	23	61	2.5
30 - 60		7	3	19	70	0.4
60 - lerans gräns		7	3	14	75	0.2
lera - 100		56	27	9	8	1.0

MATERIAL OCH METODER

Försöksfält

Försöksfältet ligger i nv Skåne på Västraby gård 1 km nordväst om Kattarp (Fig 1). Fältet sluttar svagt mot sydost. Den maximala höjdskillnaden understiger 0.7 m. Försöksfältet anlades i maj 1982 och utgöres av åtta rutor om vardera 0.16 ha (Fig 2). Varje ruta har ett separat täckdikessystem, med fem parallella grendiken. Avståndet mellan grendikena är åtta meter. Till varje system är en tät ledning kopplad, i vilken dräneringsvattnet leds till en mätstation. Fältet omges på alla sidor av en delvis dubbel skyddsdränering.

Jordarten utgöres av lerig mellansand som överlagrar en styv lera. Sanden är svallad och varierar i mäktighet. Medeldjupet av sanden på respektive ruta finns presenterat i tabell 1. Mat jorden är något mullhaltig. I tabell 2 presenteras medeltextur samman sättningen för olika nivåer ner till 1 meters djup. Sand lagret gränsar skarpt mot lera, vilket har utyttjats vid dikningen. Dräneringsledningarna är lagda i kanaler i lerans övre skikt, på ett djup som varierar mellan 110 och 130 cm. På så vis antas endast små mängder vatten kunna passera förbi dräneringsledningarna.

Mätmetoder och beräkningar

Nederbörd och avrinning

Nederbördsuppgifterna har hämtats från SMHI:s station vid Mariedal. Stationen är belägen 3 km väster om försöksfältet.

Vattnet som dräneras från en ruta mäts med ett tvåsidigt vipp-kärl (Brink, 1968) vars ena hälft fylls när den andra töms. Antalet tömningar registreras med ett mekaniskt räkneverk. Mät-utrustningen är placerad i fyra betongbunkrar med två vippkärl i varje brunn (Fig 2).

Vattenprov och kemisk analys

Prov på dräneringsvatten togs med två veckors intervall. (Vid mycket kraftiga flöden - med en veckas intervall.) Proven sändes med ilpost och nådde laboratoriet inom ett dygn. På vattenproven har pH, konduktivitet samt koncentration av: nitrat- och totalkväve, fosfat- och totalfosfor samt kalium, bestämts. Analysmetoderna finns beskrivna av Ulén (1984).

Beräkningar

Avrinning: Räkneverken på vippkärlen avlästes vid varje vattenprovtagningstillfälle. Utifrån dessa kunde värden på periodavrinningar beräknas (mängd avrunnet vatten mellan två avläsningstillfällen). För transportberäkningarna krävs värden på dygnsavrinning. Värden på dygnsavrinning räknades fram genom att fördela periodavrinningen lika över periodens dygn.

Skillnaden i avrinning mellan de olika försöksleden var liten. Därför beräknades ett avrinningsmedelvärde per dygn, utifrån alla de i försöket ingående rutornas dygnsavrinning. Dessa avrinningsmedelvärden användes vid transportberäkningarna.

Koncentration och transport: Dygnsvärden på koncentrationen av ett ämne interpolerades fram mellan de diskret bestämda koncentrationsvärdena. Dygnstransporten av ett visst ämne beräknades, för varje ruta, som produkten av ovan nämnda avrinningsmedelvärde och respektive rutas dygnskemivärde. Dygnstransporterna summerades till månads- och årstransporter. Utifrån dessa beräknades ledvisa transporter. Resultat beträffande utlakad mängd av olika ämnen redovisas över agrohydrologiska år (1.7 - 30.6).

Mineraliskt kväve i marken

För att vid några tillfällen bestämma jordens innehåll av ammonium- och nitratkväve, togs jordprov vid tre tidpunkter per år; efter skörd, sent på hösten och före vårsådd. Proven togs med rörborr (Andersson, 1947). I matjorden (0-30 cm) togs tolv prov per ruta. I alven togs sex prov per ruta. Proverna på alven delades upp i två skikt; 30-60 cm och 60-90 cm. Jordproverna från respektive skikt blandades till ett "generalprov"/skikt och ruta. Ur detta togs ett delprov för kemisk analys. Provtagningsförfarandet och analyser finns närmare beskrivna av Lindén (1981).

Försöksplaner och utförda odlingsåtgärder

Försöksplaner för respektive försöksår framgår av tabell 3 och tidpunkter för utförda odlingsåtgärder av tabell 4. Våren 1985 gjordes en insådd med italienskt rajgräs som fånggröda i havre. Året därpå besåddes försöksfältet, pga växtföljdsaspekter, med våroljeväxter. Även detta år gjordes, i några rutor, en insådd av rajgräs i huvudgrödan. Eftersom försöket var helt integrerat med gårdens växtföljd, plöjdes försöksfältet tidigt hösten 1986 och hela ytan besåddes med höstråg.

Tabell 3. Försöksplaner. *Experimental plans. Västraby*

År Year	Led Treatm	Huvudgröda Main crop	Fånggröda Catch crop	Utsädesmängd(fånggr.) Seed rate (catch cr)	Antal Rutor No of plots
1985/86	I	Havre	-	-	5
	II	Havre	It.rajgräs	8 kg/ha	3
1986/87	I	Vårraps (Höstråg)	-	-	5
	II	Vårraps (Höstråg)	It.rajgräs	8 kg/ha	3

Tabell 4. Datum för vidtagna odlingsåtgärder. *Crop management dates*

	År Year	1985	1986
Odlingsåtgärder <i>Managemant practices</i>			
N-gödsling <i>N-fertilization</i>		24 apr	29 apr
Sådd av huvudgröda <i>Sowing main crop</i>		25 apr	29 apr
Sådd av fånggröda <i>Sowing catch crop</i>		29 apr	30 apr
Skörd av huvudgröda <i>Harvest main crop</i>		12 sep	4 sep
Tidig stubbearbetn. <i>Early stump pulling</i>		18 okt	17 sep
Plöjning <i>Plowing</i>		21 nov	18 sep
Sådd av höstråg <i>Sowing winter rye</i>		-	21 sep

Tabell 5. Gödsling. *Fertilization (kg/ha)*

År Year	N	P	K
1985	90	48	48
1986	105	30	96

Kvävegödsling skedde med N28. Fosfor och kalium gödsling med PK8-8 (1985) och PK5-16 (1986). Givornas storlek framgår av tabell 5.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Nederbörd och avrinning

Nederbörden för det agrohydrologiska året 85/86 var betydligt högre än för år 86/87, vilket återspeglas i avrinningssiffrorna (Tab. 6). Skillnaden i avrinning mellan leden var obetydlig under båda åren. Avrinningen under sommarmånaderna var mycket låg eller obefintlig. Under aug-okt 86 förekom inte heller någon avrinning.

Tabell 6. Nederbörd (SMHI: Mariedal) och avrinning (mm/year). Västraby.
Precipitation and discharge (mm/year)

År Year	Nederbörd Precipitation	Avrinning Discharge	
		Utan fånggröda No catch crop	Med fånggröda With catch crop
1985/86	825	310 (65)	317 (68)
1986/87	524	177 (39)	177 (48)
medel; (1961-81)	639		

() standard avvikelse

pH och konduktivitet

Något samband mellan pH och behandling eller konduktivitet och behandling förelåg ej. pH varierade mellan 6.8 och 8.2 och konduktiviteten mellan 35 och 83 mS/m. Dessa resultat överensstämmer väl med tidigare erhållna resultat från ett försök med eftersådd fånggröda utlagt på samma försöksfält (Gustafson A & Torstensson G, 1987).

Koncentration av näringsämnen i dräneringsvattnet och utlakning

Kväve

Nitrat utgjorde den dominerande kvävefraktionen i dräneringsvattnet, i båda försöksleden. Andelen av ammonium-kväve och övriga kväveföreningar var genomgående låg och översteg aldrig 25 %. Koncentrationen av kväve låg lägre i ledet med fånggröda än i ledet utan fånggröda, under hela försöksperioden, utom vid två tillfällen under hösten 1985 (Fig. 3). I månadsskiftet mars/april var koncentrationerna i respektive led nästan lika, men redan i slutet av april förefaller koncentrationen ha minskat kraftigare i ledet med fånggröda.

Skillnaden mellan leden var mest accentuerad under året 1985/86. Det berodde sannolikt på att fånggrödan under detta år fick växa vidare under hösten. En större mängd mineraliserat kväve kunde tas upp av fånggrödan och bindas i grönmassan. Under våren 1987 låg koncentrationen av kväve i leden på nästan samma nivå. Detta berodde förmodligen främst på att ev skillnader raderades ut genom den tidiga höstplöjningen och sådden av höstråg på hela försöksfältet 1986.

Förlusten av total-kväve var år 1985/86 ca 5 kg lägre i ledet med fånggröda - vilket innebar en reduktion av kväveutlakningen med ca 18% (Tab. 7). Under 1986/87 var skillnaden mellan leden endast 3 kg tot-N/ha, men procentuellt var reduktionen lika stor som året dessförinnan. Trots att fånggrödan under detta försöksår plöjdes upp i samband med sådden av höstråg, kan den ha givit en viss effekt - dels genom att under en period tära på markens kväveförråd och dels indirekt, genom att mineraliskt kväve i viss mån kan ha bundits i organisk form vid omsättning av den nedplöjda grönmassan.

Tabell 7. Förluster av näringsämnen genom utlakning under respektive försöksår (kg/ha). *Losses of nutrients by leaching during each experimental year (kg/ha)*

Ämne Substance	År Year	Utan fånggröda No catch crop		Med fånggröda With catch crop	
Tot-N	1985/86	26.3	(3.2)	21.6	(1.8)
PO ₄ -P	"	0.384	(0.255)	0.295	(0.048)
Tot-P	"	0.455	(0.287)	0.365	(0.044)
K	"	11.0	(3.4)	10.5	(3.3)
Tot-N	1986/87	17.3	(3.2)	14.1	(1.9)
PO ₄ -P	"	0.186	(0.120)	0.134	(0.039)
Tot-P	"	0.234	(0.112)	0.172	(0.039)
K	"	6.4	(1.8)	6.3	(2.32)

() standard avvikelse

Vid en jämförelse av ovanstående resultat från 1985/86 med resultaten från försöket med "eftersådd fånggröda" (Gustafson & Torstensson, 1987) kan det poängteras att den direkta effekten av fånggrödan uppträder tidigare i försöket med insådd fånggröda. Detta beror sannolikt på en tidigare etablering av fånggrödan och därmed bättre förutsättningar för en tidig tillväxt av denna, under hösten. Årseffekten blev emellertid jämförelsevis liten i försöket från 1985/86 - eftersom försöket höstplöjdes till skillnad från försöket med eftersådd fånggröda som plöjdes först på våren.

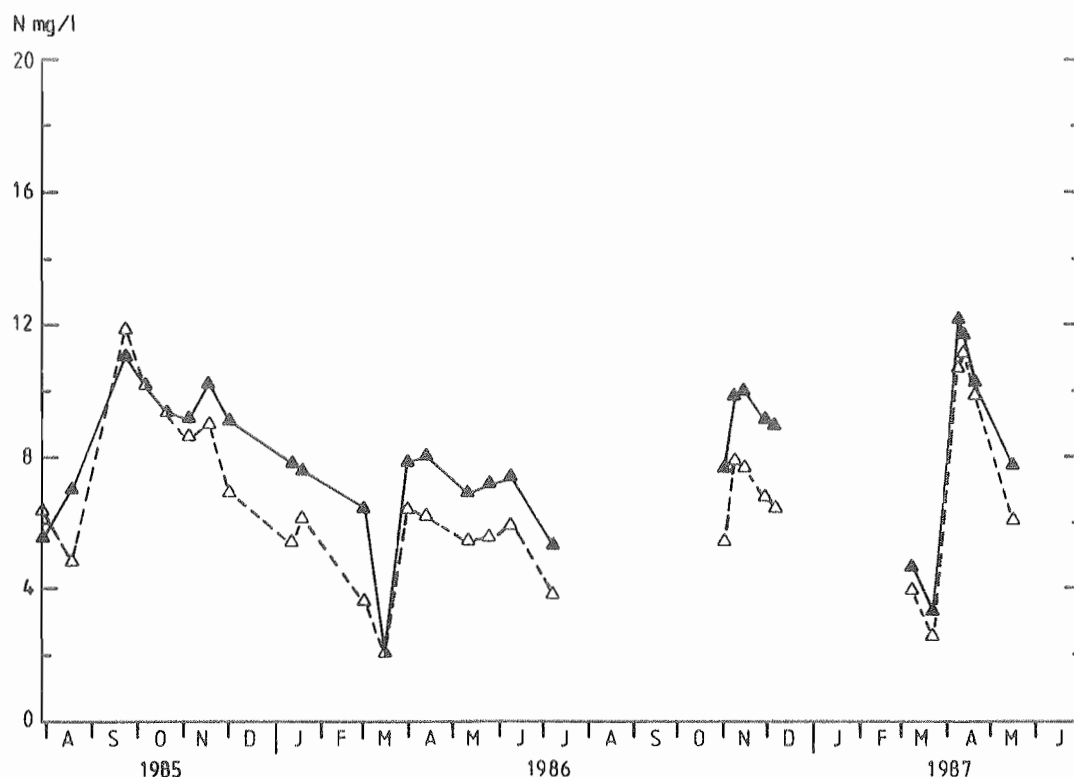


Fig. 3. Koncentration av total-kväve i dräneringsvattnet för led utan (▲—▲) och med (△-△) fånggröda. *Concentration of total nitrogen in drainagewater for treatment without (▲—▲) and with (△-△) catch crop.*

Tabell 8. Mängd av nitrat- och ammonium-kväve i marken ner till en meters djup (kg/ha). Medelvärden för respektive försöksled. Amounts of nitrate and ammonium in the soil down to one meters depth (kg/ha). Average values for each treatment

Datum Date	Utan fånggröda No catch crop	Med fånggröda With catch crop
1986 4 APR	39.2 (2.3)	32.1 (3.4)
" 27 OKT	34.9 (12.8)	23.2 (4.0)
" 3 DEC	27.5 (2.4)	25.8 (2.4)

() standard avvikelse

Fosfor

Enligt figur 4 utgjordes större delen av fosfor fraktionen i dräneringsvattnet i ledet utan fånggröda av fosfat-fosfor. Samma förhållande gällde i ledet med fånggröda.

Förlusterna av fosfor från ledet utan fånggröda var, under båda försöksåren, något högre än förlusterna från ledet med fånggröda (Tab. 7). Spridningen kring medelvärdena för ledet utan fånggröda är emellertid så stor att det ej går att dra slutsatser beträffande skillnader mellan de båda leden. Förlusterna av total-fosfor var, under båda försöksåren, mindre än 1 kg/ha på alla de i försöket ingående försöksrutorna. Förlusterna låg i samma storleksordning som i det tidigare nämnda försöket av Gustafson & Torstensson (1987).

Kalium

Någon skillnad mellan leden beträffande förlusten av kalium förelåg ej (Tab. 7). Förlusterna var något lägre än i försöken av Gustafson & Torstensson (1987), men låg i samma storleksordning.

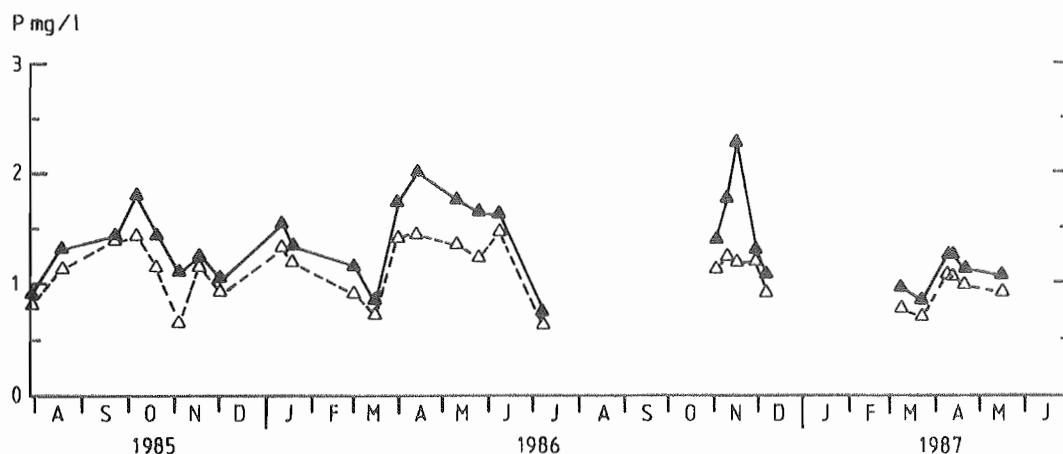


Fig. 4. Koncentration av totalfosfor (▲—▲) och fosfatfosfor (Δ--Δ) i dräneringsvattnet; genomsnittsvärden för led utan fånggröda. Concentration of total-phosphorous (▲—▲) and phosphate-phosphorous (Δ--Δ) in the drainagewater; average values for treatment without catchcrop.

Tabell 9. Genomsnittsskörd av huvudgrödan (kg/ha). Average yields of main crop

År	Huvudgröda	Utan fånggröda	Med fånggröda	Reduktion
Year	Main crop	No catch crop	With catch crop	Reduction
1985	Havre	5805	5240	10%
1986	Vårraps	2239	1290	42%

Mineraliskt kväve i marken

Vid vårprovtagningen i april 1986 var mängden mineraliskt kväve i marken högst i ledet utan fånggröda I (Tab. 8). Detta stämmer väl överens med de högre kvävekoncentrationerna i dräneringsvattnet, samt högre utlakningssiffrorna för ledet ifråga, under denna period.

Vid den tidiga höstprovtagningen var mängden mineraliskt kväve fortfarande betydligt högre i ledet utan fånggröda. Den fånggröda som såddes in våren 1986 bidrog troligen till att mer effektivt tömma markens kväveförråd i det andra ledet. Spridningen kring medelvärdet för ledet utan fånggröda, är dock så stor att slutsatser beträffande skillnader mellan leden är osäkra.

Vid den sena höstprovtagningen (december) var skillnaden mellan de båda leden marginell, vilket man kan förvänta eftersom höstråg såtts på hela försöksfältet. Skillnaden mellan leden, vad beträffar kvävekoncentrationen i dräneringsvattnet (Fig. 4), vid samma tidpunkt - återspeglas ej av värdena från jordprovtagningen.

Skörd av huvudgrödan

Under skördeåret 1985 låg avkastningen i ledet med fånggröda ca 10% lägre än i ledet utan fånggröda (Tab. 9). Under 1986, då huvudgrödan var vårraps, orsakade fånggrödan en kraftig reduktion av huvudgrödans avkastning. Skörden låg detta år 42% lägre i ledet med fånggröda.

SAMMANFATTNING

Under två år gjordes försök med insådd fånggröda på en sandjord i nordvästra Skåne. Generellt sett var förlusterna av näringsämnen betydligt lägre under 1986/87 än under 1985/86. Detta berodde sannolikt främst på att avrinningen var lägre under 1986/87 än under 1985/86.

Fånggrödan plöjdes första året i november och andra året i september. Andra året såddes därefter höstråg på hela försöksfältet. Båda åren reducerades kväveutlakningen med 18 % i ledet med fånggröda. Effekten av den insådda fånggrödan kan förväntas bli större om den plöjs ner först på våren. Ett sådant försök startades under våren 1988 på samma försöksyta.

REFERENSER

- Andersson S. 1947. Om en ny jordbör. Grundförbättring 1 (230-237). Inst för Markvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Brink N. 1968. Self-purification in an open ditch. Water Research 2 (481-503).
- Gustafson A, Torstensson G. 1987. Fånggröda efter skörd. Ekohydrologi 24 (5-15). Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala
- Kreuger J, Brink N. 1984. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Ekohydrologi 17 (3-14). Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Lindén B. 1981. Ammonium- och nitrat-kvävets rörelse och fördelning i marken. II. Metoder för mineralkväveprovtagning och analys. Rapport 137 (1-79). Avdelningen för växtnäringslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Ulén B. 1984. Påverkan på yt- och dräneringsvatten och grundvatten vid Ekenäs. Ekohydrologi 18 (3-38). Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

INSÅDD FÅNGGRÖDA: EFFEKTER PÅ UTLAKNING AV KVÄVE

Försök med italienskt rajgräs på sandjord i södra Sverige

Undersown Catch Crops - Effects on Leaching of Nitrogen
A study of Italian rye grass on sandy soil in the southwest of Sweden

Lisbet Lewan och Holger Johnsson

Abstract. A field trial was performed on sandy soil to investigate the effects of an undersown catch crop (It. rye grass [*Lolium multiflorum*]) on leaching of nitrogen from the soil. The experiment was carried out on separately tile drained plots. The discharge from each plot was measured with tipping-buckets. Water samples were taken every two weeks for measurement of concentrations of nitrogen.

The experiment was done at two different sites in the south west of Sweden: Västraby and Mellby. In the first year, only Västraby was utilized. During this year the catch crop treatment was rye grass undersown in winter rye. The main crop was harvested in September and the catch crop was ploughed down in late October. The leaching of nitrate-nitrogen per year, was 27% lower in the catch crop treatment than in the treatment with only the main crop growing.

During the second year the catch crop treatment was rye grass undersown in barley, at both experimental sites. In this year, the catch crop was not ploughed until the following spring (April 1989). The treatment without the catch crop was stump pulled in the autumn (1988) after harvesting the main crop. The amount of nitrate-nitrogen leached in the catch crop treatment was 74% (Mellby) and 78% (Västraby) lower than in the treatment without catch crop.

INLEDNING

Sådd av fånggrödor har framförts som en av flera åtgärder, som skulle kunna bidra till att minska läckaget av kväve från jordbruksmark.

Fånggrödan kan sås in i huvudgrödan på våren eller sås strax efter skörd på hösten. Den bör brukas ner sent på hösten eller, där så är möjligt, först på våren före nästa sådd. Markens pool av lätttrörligt mineralkväve förväntas minska, genom fånggrödans upptag av kväve. En naturlig följd av detta bör vara att utlakningen av mineralkväve blir lägre än om marken varit obevuxen.

Resultat från tidigare fältförsök med eftersådda fånggrödor

I ett försök med sådd av höstråg som fånggröda efter potatis reducerades årsutlakningen av nitratkväve med 17% under det första försöksåret och med 27% under det andra (Kreuger & Brink, 1984). En sen sådd av fånggrödan i kombination med stora neder-

bördsmängder under hösten det första året anges som främsta orsak till att reduktionen under detta år blev lägre. Försöket var förlagt på en sandjord i södra Sverige och fånggrödan plöjdes ner sent på hösten.

I ett annat försök med höstråg som eftersådd fånggröda efter korn (Gustafson & Torstensson, 1987), reducerades utlakningen av nitratkväve under ett år med 15%. Året därpå såddes höstraps som eftersådd fånggröda efter korn. Under detta år erhöles en reduktion på 6%. Tredje året såddes åter höstråg som fånggröda efter korn. Under detta år erhöles ingen reduktion av utlakningen. Försöken utfördes på en sandjord i nordvästra Skåne (Västraby) och fånggrödan plöjdes ner på våren i mars/april. Dålig etablering av fånggrödan, pga alltför kort tid mellan sådd och vegetationsperiodens slut, anges som främsta orsak till att reduktionen av nitratutlakningen, i ledet med fånggröda, var låg eller obefintlig under två av de tre försöksåren.

Insådd fånggröda

För att få en tidigare och säkrare etablering av fånggrödan är det en fördel om denna kan sås in i huvudgrödan. I ett orienterande försök med italienskt rajgräs som insådd fånggröda reducerades årsutlakningen av nitrat-kväve med 27% (Lewan, 1989). Försöket var förlagt på en sandjord i nordvästra Skåne (Västraby) och fånggrödan plöjdes ner sent på hösten. I ett danskt försök med italienskt rajgräs som insådd fånggröda (Nielsen & Jensen, 1984) rapporteras att mängden mineraliskt kväve i marken ner till en meters djup, sänktes till drygt hälften jämfört med vad som var fallet i en obevuxen jord.

Syfte

Denna rapport utgör en delrapport inom forskningsprojektet "Fånggrödor mot kväveläckage". Projektets huvudsyften är:

I. Att undersöka effekterna på kväveutlakningen av en fånggröda, som sås in på våren i en vårsådd huvudgröda och som plöjs ner sent på hösten eller på våren.

II. Att göra en fördjupad analys av mekanismerna bakom utlakningens storlek under olika förhållanden med hjälp av en matematisk modell för vatten- och kväve-flöden i mark (Johnsson m fl, 1987).

III. Att ge utrymme för detaljstudier och specialstudier, som kan bidra till ökade kunskaper om de grundläggande mekanismerna enligt (II).

I denna rapport redovisas resultat från fältförsök med italienskt rajgräs som insådd fånggröda, enligt (I) ovan. Resultaten som redovisas här gäller åren 1987/88 och 1988/89. Försöken förväntas pågå fram till år 1991.

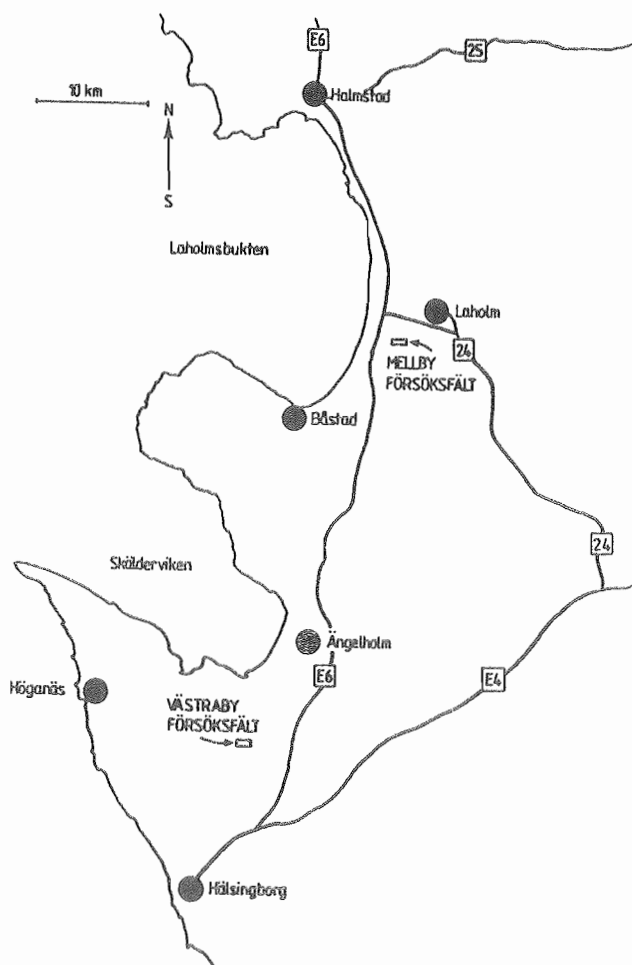


Fig. 1. Försöksfältens geografiska placering.
Experimental fields; geographical location.

MATERIAL OCH METODER

Allmänt om försöksplatserna och försökets uppläggning

Försöket är förlagt till två platser på lätta jordar i södra Sverige; Mellby (s.Halland) och Västraby (nv. Skåne), se Fig. 1. På Västraby har försök med fånggrödor gjorts under åren 1982-1986, (Gustafson & Torstensson, 1987); Lewan, 1989). Mellby är ett nybyggt försöksfält som kunde tas i bruk våren 1988. Tyngdpunkten är lagd på försöket i Mellby, där mätutrustningen möjliggör mer detaljerade studier. Försöket på Västraby fungerar som referens vid vissa jämförelser.

Studierna genomförs i rutförsök där rutorna är 40 x 40 m² och separat täckdikade. På varje försöksplats finns två behandlingsled representerade:

- I. Vårsådd huvudgröda (utan fånggröda)
- II. Vårsådd huvudgröda + insådd fånggröda (italienskt rajgräs)

Växtföljden är gemensam för de båda platserna. Jordbearbetning och övrig skötsel av försöken sker enligt samma principer på båda försöken.

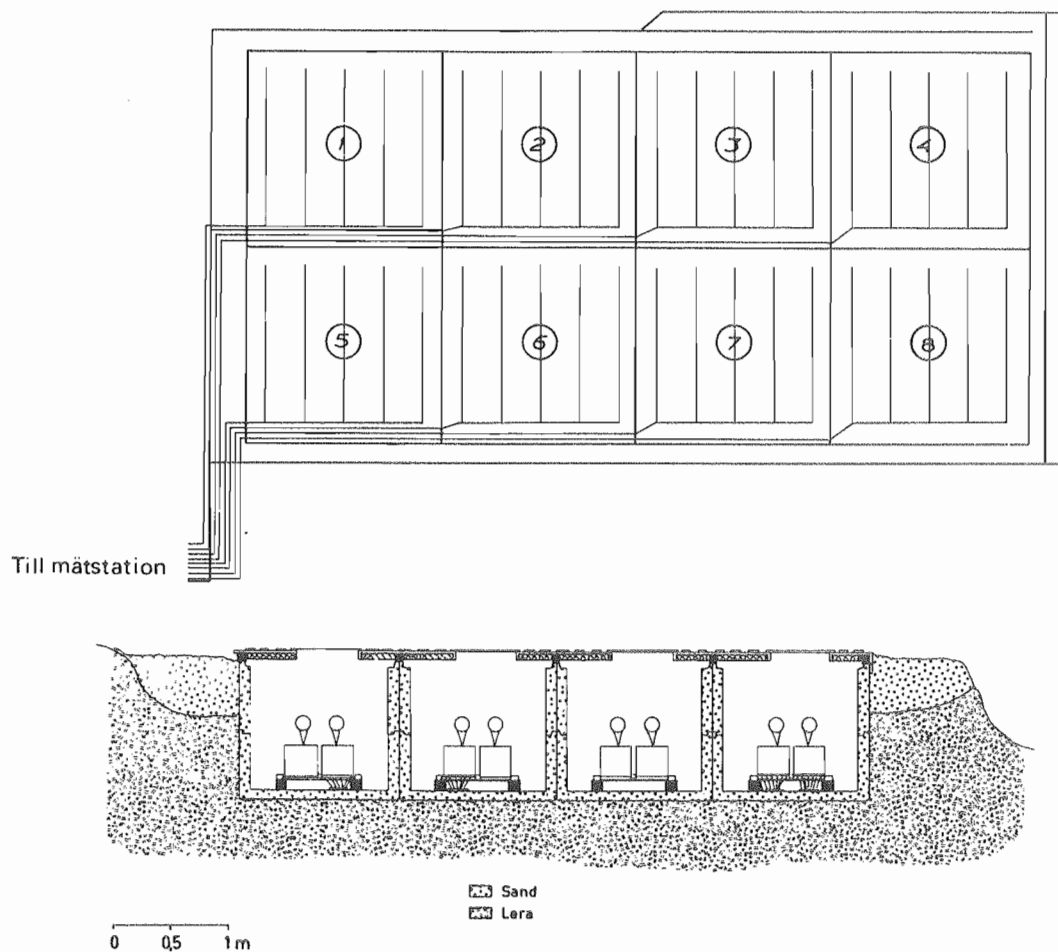


Fig. 2. Västraby försöksfält; utformning av täckdikningssystem och mätstation. *Experimental field at Västraby; subdrainage design and gauging station.*

Försöksfält

"Västraby"

Försöksfältet ligger i nv Skåne på Västraby gård 1 km nordväst om Kattarp (Fig. 1). Fältet sluttar svagt mot sydost. Maximala höjdskillnaden understiger 0.7 m. Det anlades i maj 1982 och utgöres av åtta rutor om vardera 0.16 ha (Fig. 2). Varje ruta har ett separat täckdikessystem, med fem parallella grendiken. Avståndet mellan grendikena är åtta meter. Till varje system är en tät ledning kopplad, i vilken dräneringsvattnet leds till en mätstation. Fältet omges på alla sidor av en dubbel skyddsdränering.

Jordarten utgöres av lerig mellansand som överlagrar en styv lera. Sanden är svallad och mäktigheten varierar. Medeldjupet av sanden på respektive ruta ligger mellan 70-97 cm. Matjorden är något mullhaltig. Sandlagret gränsar skarpt mot leran, vilket utnyttjats vid dikningen. Dräneringsledningarna är lagda i kanaler i lerans övre skikt, på ett djup som varierar mellan 110 och 130 cm. På så vis antas endast små mängder vatten kunna passera förbi dräneringsledningarna. En mer detaljerad beskrivning av försöksfältet ges i Gustafson & Torstensson (1987).

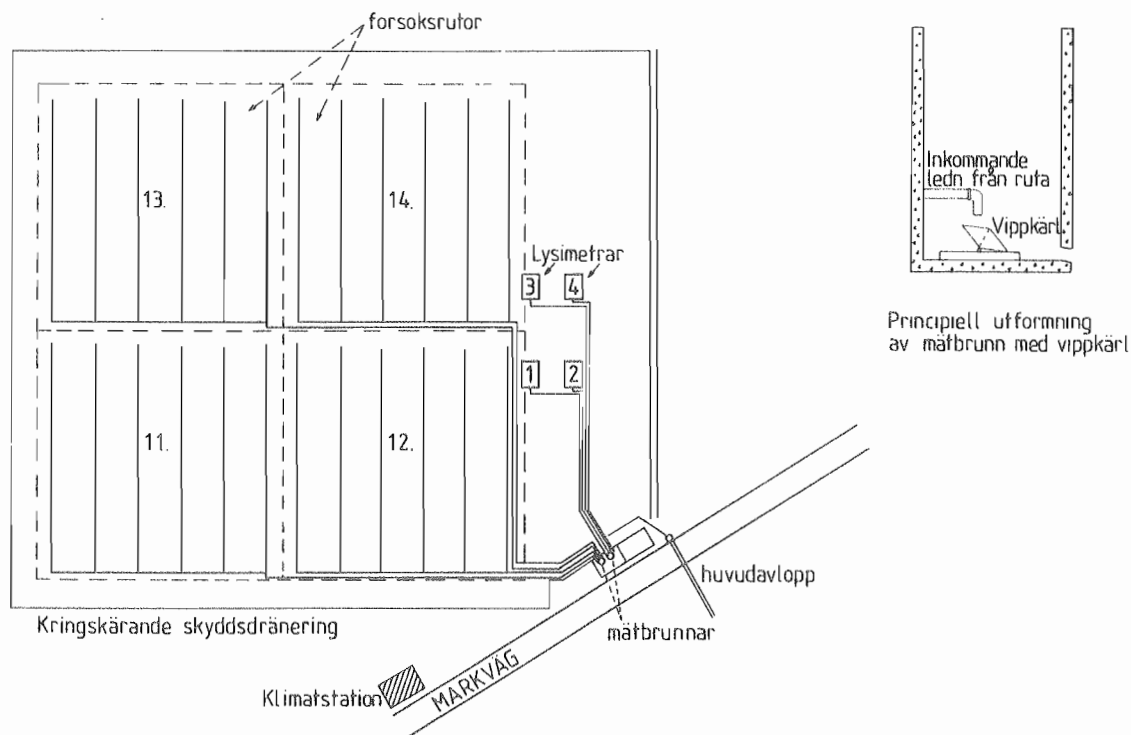


Fig. 3. Mellby försöksfält; utformning av täckdikningssystem och mätstation. *Experimental field at Mellby; subdrainage design and gauging station.*

"Mellby"

Försöksfältet ligger i södra Halland, på gården Forslund i Mellby ca 5 km sydväst om Laholm (Fig. 1). Fältet sluttar svagt mot väster, ca 5 promille. Det anlades under 1987 och kunde tas i bruk våren 1988 och omfattar (Fig. 3):

Fyra rutor ($40 \times 40 \text{ m}^2$) med separat täckdikning, kopplade till mätbrunnar. (Fig. 3), enligt samma modell som på Västraby. Dräneringen ligger på 90 cm djup och avståndet mellan grendikena är 7 m.

Fyra gummiduks-lysimetrar ($3 \times 4 \text{ m}^2$) kopplade till mätbrunnar enligt ovan. (Metod enligt Bergström (1987)). Lysimetrarna är nergrävda och har ett djup på 1 m. Överkanten på lysimetrarna är placerad 30 cm under markytan.

Fem grundvattenrör för registrering av grundvattnets tryckförhållande och grundvattenmagasinets fyllnadsgrad. Rören avläses manuellt.

Försöksfältet är omgivet av en enkel skyddsdränering som är lagd på samma djup som rutornas dräneringssystem. Fältet täcks av lerig grovmo vars mäktighet varierar mellan 90-130 cm. Grovmon överlagrar en lera av glacialt ursprung. Dräneringen skär inte på någon punkt ner i lerlagret. Vid brunnborrningar i närheten har lerlagrets mäktighet uppmätts till 20-40 m (Ivarsson & Brink, 1985). På ca 50 m djup finns urberg, troligen gnejs. En mer detaljerad beskrivning av markprofilen finns i Johnsson (1989).

Mätmetoder och beräkningar

Klimat

Vid försöksfältet Mellby finns en klimatstation (byggd 1987) med registrering av nederbörd, lufttemperatur, marktemperatur, relativ luftfuktighet, instrålning och vindhastighet. Alla mätinstrument är kopplade till ett logger-data-system för kontinuerlig lagring av mätdata. Nederbördsuppgifter och övriga klimatdata för Västraby hämtas från SMHI:s station vid Mariedal, belägen ca 3 km väster om försöksfältet.

Avrinning

Vattnet som dräneras från en försöksruta eller en lysimeter mäts med ett tvåsidigt vippkärl (Brink, 1968) vars ena hälft fylls när det andra töms. Varje tömning registreras med ett mekaniskt (Västraby) eller elektriskt (Mellby) räkneverk. Mätutrustningen är placerad i en mätbrunn, (Fig. 3).

På Mellby är de elektriska räkneverken kopplade till logger-data-systemet och vippslagen registreras kontinuerligt. Med dataprogrammet beräknas och lagras dagligen ett dygnsvärde på avrinningen. På Västraby är vippkärlen kopplade till mekaniska räkneverk, som avläses manuellt vid varje vattenprovtagningstillfälle. Utifrån dessa avläsningar beräknas periodavrinningen, dvs mängd avrunnet vatten mellan två avläsningstillfällen. Värden på dygnsavrinningen beräknas genom att fördela periodavrinningen lika över periodens dygn.

Syftet med lysimetrarna på Mellby är att försöka kvantifiera andelen dräneringsvatten som eventuellt passerar dräneringsledningarna i de stora försöksrutorna, eller verifiera om grundvattnet tränger in i rutornas dräneringssystem.

Vattenprov och kemisk analys

Vattenprov för kemisk analys tas var 14:e dag. Vid stora vattenflöden tas proven med tätare intervall. Proven analyseras med avseende på koncentrationerna av nitrat, ammonium och totalkväve. Koncentrationen av ammonium bestäms med en kombinerad flödesinjektor-gasdiffusionsmetod i vilken ett indikatorsystem och spektrofotometrisk mätning ingår (TECATOR, 1984). Koncentrationen av nitrat bestäms med en kolorimetrisk kadmiumreduktions-metod (APHA, 1985). Vid denna bestämning kommer även den ursprungliga koncentrationen av nitrit i provet att inkluderas. För att bestämma koncentrationen av total-kväve oxideras ammonium, nitrit och organiskt kväve med $K_2S_2O_8 + NaOH$ till NO_3^- , som analyseras enligt ovan.

Beräkning av kväveutlakning

Dygnsvärden på koncentrationen av ett ämne erhålles genom linjär interpolation mellan koncentrationerna vid två på varandra följande provtagningstillfällen. Dygnstransporten av ett ämne beräknas som produkten av dygnsavrinning och dygnsvärdet på koncentrationen. Dygnstransporter summeras till månads- och

årstransporter. Transportberäkningarna görs separat för varje försöksruta. Hur stor transporten av ett ämne är inom ett visst led, beräknas som aritmetiskt medelvärde av de, för önskad period, summerade transportvärdena för respektive ruta inom ledet. Reduktionen av utlakningens storlek beräknas som differensen i utlakning mellan leden i procent av utlakningen i ledet utan fånggröda.

I presentationen av resultaten används begreppet "organiskt kväve" som beteckning för den kvävefraktion som återstår då koncentrationerna av nitrat- och ammoniumkväve subtraherats från koncentrationen av totalkväve.

Mineraliskt kväve i marken

Vid jordprovtagning tas proven (5st/ruta) med rörborr (Andersson, 1947) ner till en meters djup. Varje prov delas upp i tre skikt (0-30cm, 30-60cm, 60-90cm). Proven slås samman skiktvis och blandas till ett samlingsprov per skikt och ruta. Från dessa prov tas delprov för bestämning av jordens innehåll av ammonium- och nitratkväve. Provtagningsförfarande och analysmetoder finns närmare beskrivna av Lindén (1981).

Kväve i grödorna

Vid grödprovtagningen klipps 4 slumpvis utvalda delytor (à 0.25 m²). Delytornas prover slås samman till ett samlingsprov per försöksruta. För varje prov sker uppdelning på huvudgröda och fånggröda. Grödornas innehåll av totalkväve bestäms med Kjeldahl-metoden.

Försöksplaner och utförda odlingsåtgärder

Försöksplaner för respektive försöksår och försöksplats framgår av tabell 1 och de utförda odlingsåtgärderna av tabell 2. Fältet på Västraby höstplöjdes 1987. Fr o m 1988 tillämpas vårplöjning på båda försöksplatserna. Ledet utan fånggröda stubbearbetas dock på hösten. Båda försöken plöjdes i början av april 1989.

Tabell 1. Försöksplaner. *Experimental plans*

Lokal Site År Year	Led Treatm	Huvudgröda Main crop	Fånggröda Catch crop	Utsädesmängd (fånggr.) Seed rate (catch cr.)	Antal rutor No of plots
Mellby					
1988/89	I	Korn	-	-	2
	II	Korn	It.rajgräs	7 kg/ha	2
Västraby					
1987/88	I	Höstråg	-	-	3
	II	Höstråg	It.rajgräs	8 kg/ha	3
1988/89	I	Korn	-	-	3
	II	Korn	It.rajgräs	8 kg/ha	3

Tabell 2. Datum för vidtagna odlingsåtgärder. *Crop management dates*

Odlingsåtgärder	Mellby		Västraby		
	1988/89	1989/90	1987/88	1988/89	1989/90
N-gödsling (90kg N/ha)	16 maj	19 maj	5 maj	14 apr	10 apr
Sådd:huvudgröda	27 apr	20 apr	(höstråg-86)	15 apr	11 apr
Sådd:fånggröda	28 apr	22 apr	1 maj	18 apr	11 apr
Uppkomst:huvudgr.	7 maj	5 maj	18 maj	25 apr	24 apr
" " fånggr.	11 maj	6 maj		29 apr	
Skörd:huvudgröda	10 aug		31 aug	21 aug	
Stubbearbetning					
(led utan fånggr)	15 aug		2 sep	2 sep	
	10 sep, 1 okt			21 sep	
Plöjning	11 apr (-89)		26 okt		6 apr (-89)

RESULTAT OCH DISKUSSION

Nederbörd och Avrinning

Avrinningen för respektive led och nederbörd på respektive försöksplats presenteras i tabell 3. Värdena är beräknade för agrohydrologiskt år (1/7 - 30/6). Nederbörden och därmed avrinningen var betydligt lägre på Västraby än på Mellby under år 88/89.

Nederbördens fördelning på Mellby under försöksåret 88/89 presenteras i Fig. 4a och den genomsnittliga avrinningens fördelning i Fig. 4b. Månadsvärden för nederbörd och avrinning återfinns i tabell 5. Avrinningen var relativt hög i juli samt i september, oktober och december, som ett resultat av några nederbördstoppar. I november, januari och februari var avrinningen låg. Under maj och juni förekom ingen avrinning alls. Skillnaden i årsavrinning mellan leden får betraktas som osäker, med tanke på spridningsvärdenas storlek.

Tabell 3. Nederbörd (Mellby, Västraby; SMHI:Mariedal) och avrinning (mm/år). *Precipitation and discharge (mm/year)*

Försöksplats	År	Nederbörd Precipitation	Avrinning			
			Utan fånggr		Med fånggr	
Mellby	88/89	755	405	(7.1)	400	(86)
Halmstad (medel)	1978-88	736				
Västraby	87/88	714	428	(102)	407	(64)
" "	88/89	576	231	(58)	200	(24)
(medel)	1961-81	639				

() standard avvikelse

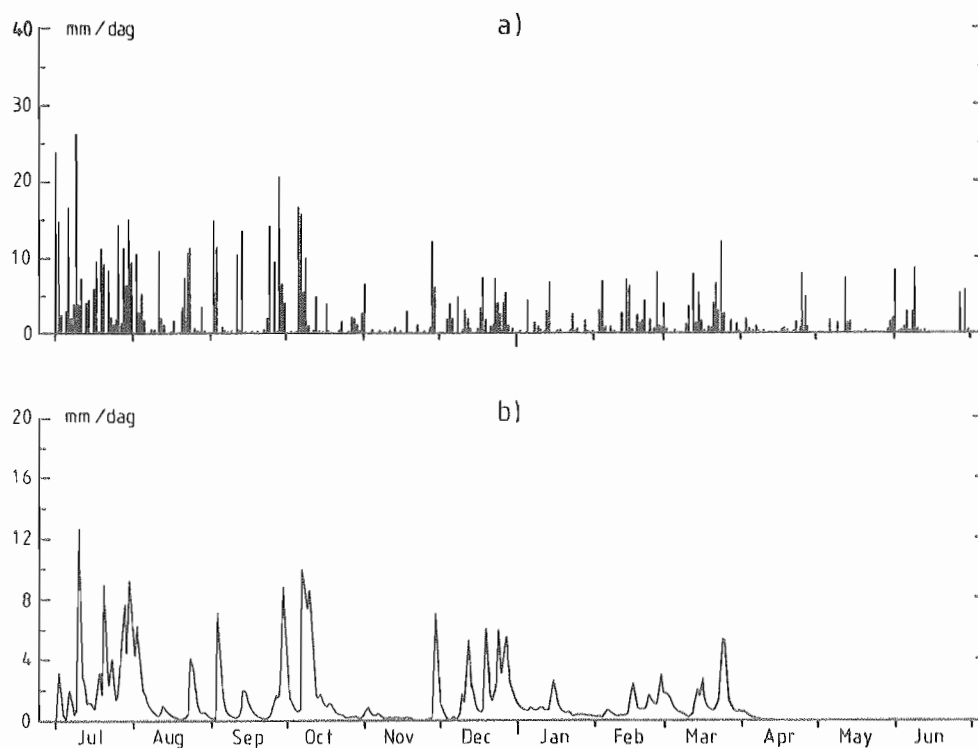


Fig. 4. Mellby; 1/7-88 -- 30/6-89. a) Nederbördens fördelning. Distribution of precipitation. b) Avrinningens fördelning. Genomsnitt av fyra rutor. Distribution of run-off. Average of four plots.

Temperatur

Vintern 1988/89 var mycket mild. Genomsnittlig lufttemperatur vid SMHI:s station Barkåkra (Ängelholm), var 4.3°C under perioden 1/11-1/3. Motsvarande värde för ett normalår är 3.2°C . Vid Mellby registrerades kontinuerligt marktemperaturen på 10 cm djup. Denna låg över 0°C under nästan hela försöksperioden 1988/89 (Fig. 5).

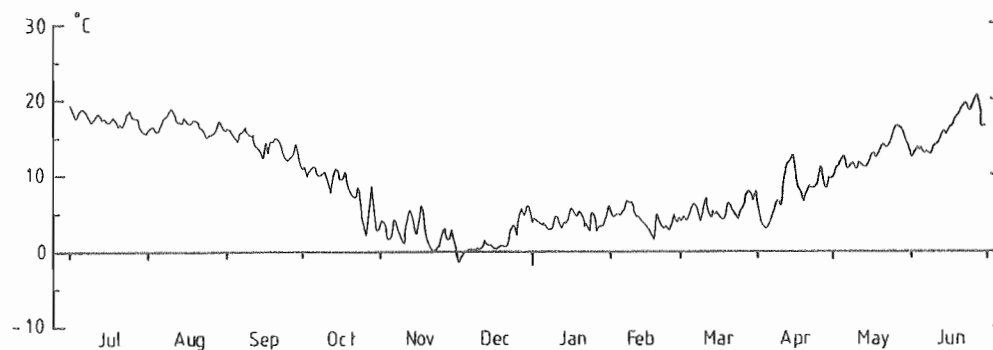


Fig. 5. Marktemperatur på Mellby (10 cm djup). Genomsnitt av 5 mätinstrument. Soil temperature (10 cm depth). Average of 5 instruments.

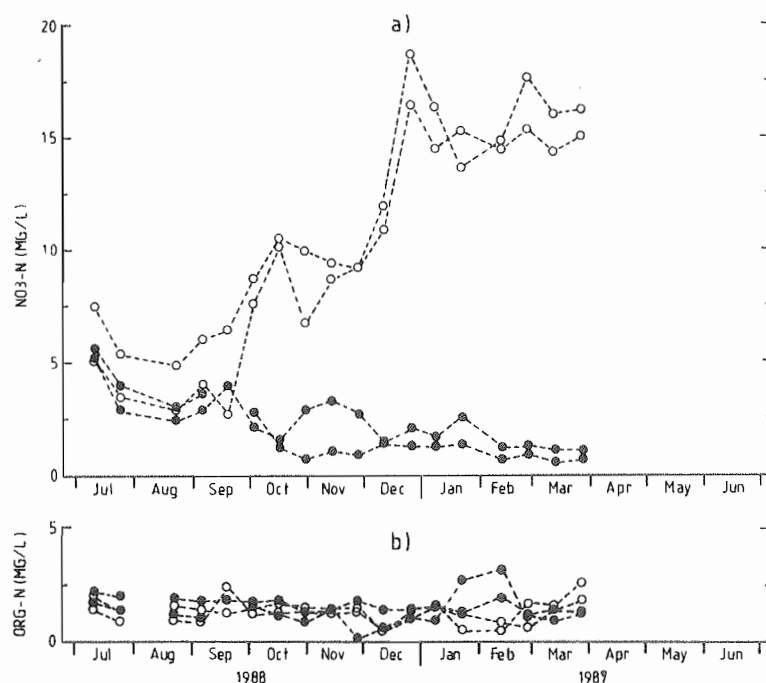


Fig. 6. Koncentration av nitratkväve (6a) och organiskt kväve (6b) i dräneringsvattnet från rutor utan fånggröda (o---o) och med fånggröda (●---●). Concentrations of nitrate nitrogen (6a) and organic nitrogen (6b) in the drainage water from plots without (o---o) and with catchcrop (●---●). Mellby.

Koncentration av kväve i dräneringsvattnet

Mellby

Den största delen av kvävet i dräneringsvattnet utgjordes av nitratkväve. Koncentrationen av ammoniumkväve var mycket låg (<0.2 mg N/l). Koncentrationen av övrigt kväve (organiskt kväve) låg på en relativt stabil nivå under hela försöksperioden (1-3 mg N/l).

Skillnaden mellan led I (utan fånggröda) och led II (med fånggröda), vad beträffar koncentrationen av nitratkväve, framgår av Fig. 6a. Huvudgrödan skördades den 10/8-88. Koncentrationen låg då kring 2-5 mg N/l, i båda leden. I slutet av september framträdde en mer markant skillnad mellan leden. I ledet med fånggröda låg koncentrationen kvar under 4 mg /l ända fram till april-89. I ledet utan fånggröda steg värdet över 4 mg/l redan i början av oktober. Under nov-dec låg värdet i detta led på 6-12 mg /l och steg därefter ytterligare, för att variera mellan 12-18 mg /l under dec-april. I maj och juni var avrinningen så låg att vattenprover ej kunde tas. Koncentrationen av organiskt kväve i dräneringsvattnet låg lika i båda leden (Fig. 6b).

Fånggrödan hade således en kraftigt sänkande effekt på koncentrationen av nitrat-kväve i dräneringsvattnet, under perioden sept - april. Den milda hösten/vintern 1988/89 gjorde att förutsättningarna för fånggrödans tillväxt var gynnsamma.

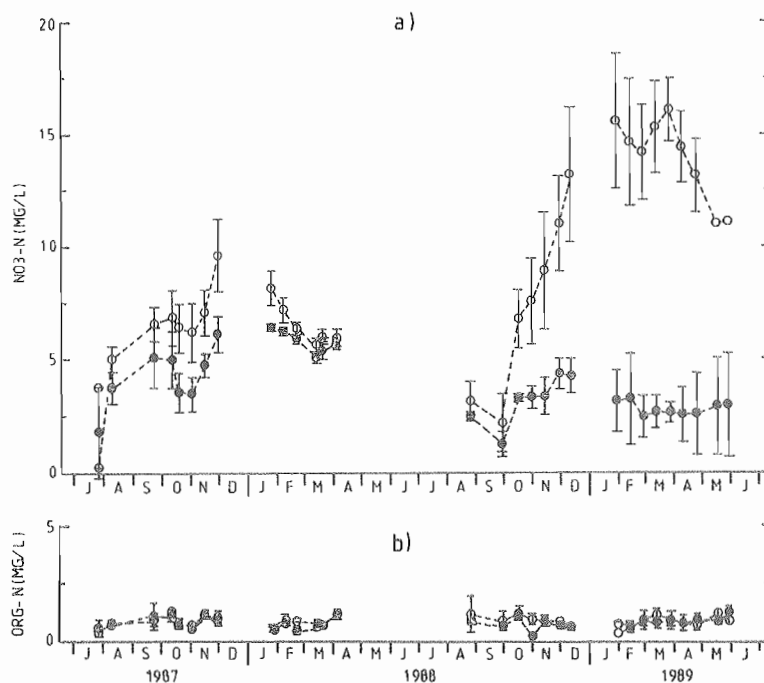


Fig. 7. Koncentration av nitratkväve (7a) och organiskt kväve (7b) i dräneringsvattnet från rutor utan fånggröda (o---o) och med fånggröda (●---●). Genomsnitt av tre försöksrutor. Staplarna anger standardavvikelse. Concentrations of nitrate nitrogen (7a) and organic nitrogen (7b) in the drainagewater from plots without (o---o) and with (●---●) catch crop. Average of three plots. Bars represent standard deviation. Västraby.

Västraby

Förändringen i koncentration av nitratkväve i dräneringsvattnet inom respektive led på Västraby-försöket, följde samma mönster under försöksåret 1988/89, som på Mellby-försöket (Fig. 7a). I ledet med fånggröda låg koncentrationen på 1-4 mg N/l, under perioden okt-maj. I ledet utan fånggröda steg koncentrationen över 6 mg/l redan i oktober och låg från december till april på 12-16 mg/l. På Västraby kunde vattenprover tas även i april och maj månad. Dessa värden visar att nitratkvävenivån i ledet utan fånggröda började sjunka i början av april, för att i slutet av maj var nere i 11 mg/l. Liksom på Mellby var koncentrationen av ammoniumkväve låg (<0.2 mg N/l) och koncentrationen av organiskt kväve lika i båda leden under hela försöksperioden (Fig. 7b).

Året dessförinnan (1987) utgjordes fånggrödeledet av rajgräs insatt i höstråg. Fånggrödan plöjdes ner på hösten (26/10-87). Som man kan förvänta sig var skillnaden mellan försöksleden, vad beträffar kvävenivåer i dräneringsvattnet, mindre accentuerad under denna försöksperiod (Fig. 7). Fånggrödan fick en betydligt kortare period för tillväxt och kväueupptag. Att skillnaden mellan leden var mindre under denna försöksperiod kan också delvis bero på en skillnad i årsmån mellan försöksåren, vilket kan ha påverkat mineraliseringshastighet, utlakningens storlek och fånggrödans tillväxt.

Tabell 4. Årsförluster av kväve genom utlakning (kg N/ha). Genomsnitt för respektive led. Yearly losses of nitrogen by leaching (kg N/ha).

Försöksplats Site	År Year	Utan fånggröda No catchcrop		Med fånggröda With catchcrop		Reduktion Reduction	
		tot-N	NO ₃ -N	tot-N	NO ₃ -N	tot-N	NO ₃ -N
Mellby	88/89	44.6 (0.6)	39.2 (0.0)	16.6 (4.2)	10.3 (1.8)	63%	74%
Västraby	87/88	34.7 (8.5)	31.1 (7.4)	25.9 (2.4)	22.8 (2.2)	25%	27%
" "	88/89	29.9 (8.9)	28.1 (8.4)	7.7 (0.7)	6.3 (0.9)	74%	78%

() standard avvikelse

Utlakning av kväve

Den årliga utlakningen av totalkväve (kg N/ha) under 1987/88 på Västraby var 8.8 kg lägre i ledet med fånggröda jämfört med ledet utan fånggröda (Tab. 4). Under 1985/86 och 1986/87 gjordes orienterande försök med italienskt rajgräs som fånggröda på samma försöksfält. Under dessa försöksår var motsvarande siffra 5.3 kg respektive 3.2 kg. (Lewan, 1990). Reduktionen var 18% båda åren.

Under 1988/89, då försöken vårplöjdes, var skillnaden i utlakning mellan leden mer markant. På båda försöksplatserna var den årliga utlakningen i ledet med fånggröda mer än 60% lägre än i ledet utan fånggröda. På Mellby var utlakningen av totalkväve i ledet med fånggröda 28 kg lägre än i ledet utan fånggröda (kg N/ha år). Motsvarande siffra för Västraby var 22.2 kg.

I absoluta tal var utlakningen lägre på Västraby än på Mellby. Detta berodde sannolikt främst på att nederbörden under den aktuella perioden var betydligt lägre på Västraby än på Mellby (Tab. 3). Reduktionen var emellertid högre på Västraby än på Mellby (Tab. 4). En bidragande orsak till detta är att koncentrationen av organiskt kväve i dräneringsvattnet var något högre på Mellby, vilket ger utslag i beräkningen av effekten. (Jämför reduktionen vad gäller totalkväve respektive nitratkväve). Den lägre nederbörden på Västraby var sannolikt också en betydande faktor.

I tabell 5 presenteras månadsvärden på utlakning och nederbörd från Mellby. Av dessa siffror framgår att fånggrödan åstadkom en reduktion av utlakningen som varierade mellan 70-90% under månaderna okt-mars. Under denna period utlakades sammanlagt 34 kg N/ha i ledet utan fånggröda, medan utlakningen i ledet med fånggröda endast blev 6.0 kg N/ha.

I juli månad föll stora nederbördsmängder (Tab. 5), vilket resulterade i relativt höga utlakningsvärden. Under denna månad var utlakningen av kväve större i ledet med fånggröda än i ledet utan fånggröda. Koncentrationen av kväve låg ungefär lika i de båda leden (Fig. 6). Avrinningen var däremot markant högre i ledet med fånggröda. Avrinningen i fånggrödeledet var också markant högre än avrinningen från rutorna i ett intilliggande rutförsök. Eventuellt kan skillnaden i uppmätt avrinning ha

Tabell 5. Nederbörd (mm), avrinning (mm) och utlakning (totalkväve; [nitratkväve]) per månad.
 Led I = Utan fånggröda; no catch crop. Led II = Med fånggröda; with catch crop.
 Precipitation (mm), discharge (mm) and leaching of nitrogen (total nitrogen; [nitrate nitrogen]) per month. Mellby

År-Månad Year	Nederbörd Precipitation	Avrinning Discharge		Utlakning (kg tot-N/ha) Leaching [kg NO ₃ -N/ha]		Reduktion Reduction	
		I	II	I	II	%	
88-JULI	219	81	112	5.3 [4.2]	6.7 [4.7]	-26	[-12]
88-AUG	74	39	38	2.1 [1.6]	1.7 [1.1]	19	[31]
88-SEPT	109	42	44	3.0 [2.4]	2.0 [1.3]	33	[46]
88-OKT	67	66	52	6.9 [6.0]	1.9 [1.0]	72	[83]
88-NOV	31	17	15	1.8 [1.6]	0.5 [0.3]	72	[81]
88-DEC	56	61	61	9.5 [9.0]	1.7 [1.0]	82	[87]
89-JAN	22	25	19	4.1 [3.8]	0.6 [0.3]	85	[92]
89-FEB	49	28	27	4.5 [4.3]	0.6 [0.2]	87	[95]
89-MARS	56	44	36	7.2 [6.5]	0.7 [0.3]	90	[95]
89-APRIL	20	3	2	.	.		
89-MAJ	17	0	0	.	.		
89-JUNI	36	0	0	.	.		

berott på något tillfälligt fel i registreringen. Under övriga månader låg avrinningsvärdena relativt lika i båda leden eller lägre i ledet med fånggröda. Det senare kan ha sin förklaring i att evapotranspirationen i ledet med fånggröda, var större än evapotranspirationen i ledet utan fånggröda under den period då ingen huvudgröda förekom.

Mineraliskt kväve i marken

Vid jordprovtagningar i juli och i augusti var markens pool av mineralkväve ungefär lika stor i båda leden (Tab. 6). Vid provtagningar i oktober och i november var skillnaden mellan leden däremot avsevärd. Innehållet av mineralkväve ner till en meters djup var ca 20 kg/ha i ledet med fånggröda, både på Västraby och på Mellby. I ledet utan fånggröda låg värdet vid motsvarande tidpunkter på 50 kg/ha (Västraby) och 70 kg/ha (Mellby).

Vid jordprovtagningen i mars på Västraby, var skillnaden mellan leden fortfarande stor. Markpoolen av mineralkväve var då nästan dubbelt så stor i ledet utan fånggröda. Vid provtagningen i maj hade skillnaden mellan leden minskat markant. Om dessa två provtagningstillfällen jämförs förefaller det som om markpoolen av mineralkväve ökade mer i ledet med fånggröda. Detta kan eventuellt bero på en kraftigare mineralisering i ledet med nedplöjd fånggröda.

Tabell 6. Mängd av nitrat- och ammonium-kväve i marken ner till en meters djup (kg N/ha). Medelvärden för respektive försöksled. *Amounts of nitrate and ammonium nitrogen in the soil down to 1m depth (kg N/ha). Average values for each treatment*

Försöksplats Site	Datum Date	Utan fånggröda No catch crop		Med fånggröda With catch crop	
Mellby	880627	36.8	(5.9)	32.6	(4.7)
" "	880725	25.3	(6.8)	25.6	(4.9)
" "	880809	52.2	(11.4)	43.6	(11.4)
" "	881011	80.8	(17.0)	36.1	(4.3)
" "	881125	70.5	(5.1)	20.6	(1.8)
" "	890510	42.1	(2.3)	45.8	(8.4)
Västraby	880826	19.1	(3.1)	14.2	(3.8)
" "	881010	42.2	(3.6)	14.7	(4.1)
" "	881114	49.4	(6.6)	19.9	(0.3)
" "	890314	57.6	(1.6)	29.3	(10.5)
" "	890510	68.8		58.4	(5.2)

() standard avvikelse

Innehåll av kväve i ovanjordisk biomassa

Prov tas endast på ovanjordisk biomassa, men ej på rotbiomassa. Resultaten, som presenteras i tabell 7, kan därför endast ge en referens för grödornas upptag av kväve. Syftet med dessa provtagningar är främst att få referensunderlag till den tidigare nämnda simuleringsmodellen. Samspel mellan mineralisering, upptag i ovanjordisk biomassa och rotbiomassa, samt uppbyggnad av mikrobiell biomassa i marken, är komplexa. Under 1988 genomfördes en specialstudie på Mellby i form av ett examensarbete (Sjösvärd & Svensson, 1989). Detta rörde kväveomvandlingar i ledet med respektive utan fånggröda.

Tabell 7. Innehåll av total-kväve (kg N/ha) i huvudgrödan och fånggrödan, vid olika tidpunkter under försöksperioden. *Amounts of nitrogen (kg N/ha) in the main crop and the catchcrop at different dates during the experimental period*

Försöksplats Site	Datum Date	led I (huvudgröda) tr. I (main crop)	led II (huvudgröda; fånggröda) tr. II (main crop; catch cr.)
Mellby	880627	73.5 (9.7)	70.8 (6.7); 7.3 (2.8)
" "	880725	76.6 (0.2)	59.1 (1.1); 7.6 (1.1)
" "	880809	84.6 (2.0)	64.0 (8.2); 10.3 (0.1)
" "	881011	-	- ; 26.9 (4.1)
Västraby	881010	-	- ; 15.9 (0.4)
" "	881112	-	- ; 25.1 (1.2)

() standard avvikelse

Tabell 8. Genomsnittsskörd av huvudgrödan (kg/ha). *Average yields of main crop (kg/ha)*

Försöksplats Site	År	Huvudgröda Main crop	Utan fånggröd No catchcrop	Med fånggröda With catchcrop	Reduktion Reduction
Mellby	1988	Korn (barley)	4306	4093	5%
" "	1989	Havre (oats)			
Västraby	1987	Höstråg(w-rye)	4835	4690	3%
" "	1988	Korn (barley)	3700	3540	4%
" "	1989	Havre (oats)			

Innehållet av kväve i huvudgrödan var något högre i ledet utan fånggröda, men skörden var ungefär lika stor i de båda leden (Tab. 8). Kvävehalten i huvudgrödan var därför lägre i ledet med fånggröda. Enligt spannmålsanalyserna för Mellby-försöket, var kvävehalten 1.83% (% av torrsubstans) i ledet utan fånggröda och 1.70% i ledet med fånggröda. För Västraby var motsvarande siffror 2.27% respektive 2.08%.

Skörd av huvudgrödan

Fånggrödans inverkan på huvudgrödans avkastningsnivå var relativt liten (Tab. 8). Avkastningen låg 3-5 % lägre i ledet med fånggröda.

SLUTSATSER

I försök med insått rajgräs som fånggröda i kombination med höstnedplöjning av fånggrödan, har utlakningen av totalkväve sedd på årsbasis, kunnat reduceras med ca 18-25%.

Resultaten från försöken som redovisats i denna rapport, antyder att effekten av en fånggröda kan bli flera gånger större, när fånggrödan plöjs ner först på våren. I led med fånggröda åstadkoms en reduktion av års-utlakningen av totalkväve med 63% (Mellby) respektive 74% (Västraby). I ledet utan fånggröda (Mellby) utlakades 45 kg N/ha år, medan utlakningen från ledet med fånggröda endast var 17 kg N/ha år. Dessa siffror bygger på på ett års försöksresultat. Vintern under detta år var extremt mild, vilket gjorde att fånggrödan hade särskilt gynnsamma förutsättningar att utvecklas. Man bör därför vara försiktig med att dra slutsatser beträffande vad effekten kan bli under ett år med t ex en kallare vinter.

Det bör också poängteras att de redovisade försöken är utförda på lätta jordar och att diskussionen och slutsatserna inte direkt kan överföras till motsvarande frågor på tyngre jordar (lerjordar).

De följande försöksåren förväntas kunna bidra till att ge mer kunskap om hur stor variationen kan bli mellan olika år. Dessutom bör datasimuleringarna med den matematiska modell för vatten och kväveflöden i mark som nämnts i inledningen, kunna ge viss information om vad effekterna kan bli under år med olika väderleksbetingelser.

ASPEKTER PÅ ODLING AV FÅNGGRÖDOR

Om syftet endast är att på kort sikt minska utlakningsrisken under de år då man odlar stråsäd, kan sådd av italienskt rajgräs som fånggröda vara en relativt effektiv åtgärd, särskilt om det gäller en lätt jord där vårplöjning kan tillämpas. - Men vad blir effekten på längre sikt?

- Hur påverkas markens kvävelevererande förmåga om grönmassa plöjs ner under flera år i följd? Det kväve som tas upp av fånggrödan kommer, vid nedbrytning av grönmassan, åter att mineraliseras. I vilken takt detta sker är svårt att förutsäga. Hastigheten med vilken organiskt bundet kväve överförs i mineralisk form, styrs bl a av hur kvävet är bundet och av sammansättningen på det organiska materialet. Det är möjligt att en upprepad odling av fånggrödor så småningom leder till att markens kvävelevererande förmåga ökar. Om så är fallet borde den utifrån tillförda gödslingsgivan kunna minskas.

Om markens kvävelevererande förmåga ökar, medför emellertid detta även att risken för utlakning blir större än tidigare, under perioder i en växtföljd då marken ej är bevuxen.

Nedplöjning av grönmassa strax före vårsådden kan också ge upphov till akut kvävebrist under etableringsskedet för den nysådda grödan. Dels kan fånggrödan ha sänkt markens mineralkväveförråd till en låg nivå och dels kan nedbrytningen av den nedplöjda grönmassan temporärt leda till en immobilisering av kväve om kol-kväve-kvoten i materialet är hög.

*

Att ha en fånggröda i växtföljden kan också medföra förändringar i jordbearbetnings-teknik och bekämpningsåtgärder:

- Tiden för jordbearbetning minskar. Detta kan leda till att den mekaniska bekämpningen av rotagräs blir mindre förekommande, dvs det finns en potentiell risk för ökad användning av herbicider.

- Fånggrödan kan vara mellanvärd för vissa växtpatogener, vilket i sin tur kan medföra en ökad användning av fungicider och insekticider.

Tack till alla personer som bidragit till skötsel och provtagning av försöken på Västraby och Mellby!

Lisbet Lewan och Holger Johnsson stod för datainsamling. Lisbet Lewan bearbetade materialet och skrev rapporten.

REFERENSER

- American Public Health Association (APHA). 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. New York.
- Bergström L. 1987. Nitrate leaching and drainage from annual and perennial crops in tile-drained plots and lysimeters. J Environment Qual 16. No 1 (11-18).
- Brink N. 1968. Self purification in an open ditch. Water Research 2 (481-503).
- Gustafson A & Torstensson G. 1987. Fånggröda efter skörd. Ekohydrologi 17 (3-14). Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Ivarsson K & Brink N. 1985. Utlakning från en grovmojord i Halland. Ekohydrologi 20 (13-25). Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Johnsson H. 1989. The soil at Mellby Experimental Field. Manuskript.
- Johnsson H, Bergström L, Jansson P-E, Paustian K. 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. Agriculture, Ecosystems and Environment 18 (333-356).
- Kreuger J & Brink N. 1984. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. Ekohydrologi 17 (3-14). Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala
- Lewan L. (sammanställning och utvärdering). 1990. Insådd fånggröda. Effekter på utlakning av växtnäringsämnen. Ett orienterande försök. Ekohydrologi 27. Avd för vattenvårdslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Lindén B. 1981. Ammonium och nitrat-kvävets rörelse och fördelning i marken. II. Metoder för mineralkväveprovtagning och analys. Rapport 137 (1-79). Avd för växtnäringslära. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Nielsen N E & Jensen HE. 1984. The content of inorganic nitrogen in the soil profile as affected by undersown catch crops. Paper prepared for: NW European Study Group for the Assessment of nitrogen Fertilizer Requirement. Seond Meeting: Groningen 14-16 May 1984.
- Sjösvärd L & Svensson K. 1989. Examensarbete. Kväveomvandlingar i mark med och utan italienskt rajgräs efter korn - ett mellangrödeförsök i Halland. Rapport 43. Inst för Mikrobiologi. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.
- TECATOR. 1984. Tecator Application Note. ASN 50-01/84.

AVRINNING OCH VÄXTNÄRINGSFÖRLUSTER FRÅN JRK:S STATIONSNÄT PÅ ÅKERMARK

Discharge and nutrient losses from arable land

Solweig Wall Ellström

Abstract. The aim of this project was to monitor the influence of cultivation on the quality of surface water and groundwater within selected agricultural areas. The project includes fourteen experimental fields with measuring stations for regular sampling of drainage water and continuous registration of discharge. Groundwater samples are taken and groundwater pressure is measured in eleven fields.

The mean concentrations of the elements during the year of review (1988/89) are given in Tables 2 and 3. As a comparison, the longterm averages are given in Tables 4 and 5. Furthermore, the total drainage discharge and the total losses of different elements have been calculated for all experimental fields (Table 1). Finally, the annual runoffs, the mean concentrations of nitrogen and phosphorus in drainage water, and the losses of nitrogen and phosphorus by drainage water during 1977/1988 are given in Figure 2.

Since the amount of precipitation this year 1988/89 was moderate and the winter was dry, the runoff and the loss of nitrogen was also moderate and in some cases small. But there was one exception, the loss of nitrogen from field 5 was larger than usual which probably was caused by the early harvest of peas followed by soil cultivation.

The lowest mean concentration of nitrogen in drainage water this year was to be found in the water from a field in Södermanland with ley on a clay soil and the highest mean concentration was found in the water from a soil with fine sand in Skåne.

PROJEKTET

Projektet startade 1972. Jordbruksproduktionen hade då blivit allt mer intensiv och frågan om dess bidrag till föroreningen av yt- och grundvatten blev aktuell. Vidare behövdes kunskaper som skulle kunna göra det möjligt att rekommendera odlingstekniska åtgärder mot vattenföroreningar. 1975 tog PMK (Programmet för övervakning av miljö kvalitet) över projektet och målsättningen formulerades enligt skrivningen under målrubri-



nr	Län	Jordart	Husdjur
14	Västerbottens	Mo	*
16	Jämtlands	mmh moig LL	Nöt
8	Uppsala	nmh ML	Inga
17	Värmlands	nmh lerig FMo	Inga
18	Örebro	Mulljord	Nöt
1	Södermanlands	nmh ML	Nöt
7	Östergötlands	mmh ML	Inga
6	Östergötlands	mmh lerig FMo	Inga
5	Skaraborgs	mmh lerig GMo	Inga
4	Skaraborgs	nmh ML	Nöt
12	Hallands	mr lerig GMo	Svin
11	Kristianstads	mmh ML	Nöt, svin
3	Kristianstads	mmh sv. lerig GMo	Nöt
2	Malmöhus	nmh moig LL	Inga

Fig. 1. Försöksfältens nummer och geografiska läge samt deras jordart och driftsinriktning. (* På fält 14 finns ett antal försöksrutor med olika grödor och gödsling.) Location of investigation sites, soil types and animal husbandry.

ken nedan. Då fanns 7 av de 14 fält som projektet idag omfattar. Från och med förra året har projektet flyttats över till JRK (Jordbrukets recipientkontroll).

Fälten ingår i lantbrukens normala drift och varierar i storlek från 7 till 36 ha. De är så utvalda att allt vatten i dräneringssystemet, förutom grundvattnet, skall härstamma från det regn- eller bevattningsvatten som fallit på fältet. Via dräneringsledningarna förs det sedan till en mätstation där prov tas och flödet mäts kontinuerligt.

Förutom dräneringsvattnet studeras även grundvattnet. På de flesta fält finns grundvattenrör för tryckmätning och vattenprovtagning. På fält 1, fält 6 samt fält 14 finns dessutom anläggningar för särskild mätning och provtagning av ytvatten.

Fig. 1 anger respektive fälts geografiska läge, gårdens driftsinriktning och den genomsnittliga jordartssammansättningen. Den senare har erhållits genom texturanalys av prov som tagits längs en linje tvärs över respektive fält. Mer detaljerade uppgifter om fälten finns att tillgå i Brink, Gustafson och Persson (1979).

MÅL

Målet är att inom valda jordbruksområden kontrollera odlingsåtgärders inverkan på kvaliteten hos yt- och grundvatten.

VERKSAMHETEN

I denna rapport redovisas verksamheten från 1 juli 1988 till 30 juni 1989, dvs för det agrohydrologiska året 1988/89.

Flödet av yt- och dräneringsvatten har mätts kontinuerligt med skrivande pegel på samtliga stationer med ett undantag. På fält 18 i Örebro län finns en pump installerad, varför avrinningen där har beräknats med utgångspunkt från pumpens kapacitet och gångtid.

Dräneringsvattnet har provtagits varannan vecka, medan ytvattnet i vissa fall provtagits så ofta som en gång per dygn på grund av flödesperiodens korta varaktighet. Under intensiva perioder har ibland även dräneringsvattnet provtagits med större frekvens. Grundvattnet slutligen har provtagits en gång varannan månad och tryckmätts en gång i månaden.

Vattenproven har analyserats vid avdelningens eget laboratorium och alla värden lagras fortlöpande på skivminne i VAX-dator.

Den förändring i verksamheten som skett sedan förra året är att ytterligare ett fält införlivats, nämligen fält 14 i Västerbottens län. På detta fält finns ett antal små försöksrutor för norrländsk växtodling med olika grödor och behandlingar. Det avrinnande vattnet från fältet har separerats i dränerings- respektive ytvatten, varför halterna i de två slagen av vatten redovisas var för sig.

På fält 5 var ytvattenmängden i år däremot så liten att någon separat redovisning av yt- och dräneringsvatten inte görs. Inte heller för fält 1 görs någon sådan uppdelning, i detta fall beroende på att gamla grusfilter från jordbruksdräneringen tagit in en del ytvatten i dräneringsvattnet.

BERÄKNINGAR

För dränerings- och ytvatten:

Ämnesförlusterna har beräknats på följande sätt. Först har dygnskoncentrationer interpolerats fram med utgångspunkt från koncentrationerna vid provtagningstillfällena. Därefter har de framräknade dygnskoncentrationerna multiplicerats med dygnsavrinningarna till dygnstransporter som i sin tur summerats till årstransporter. För fält 1, 5 och 14 har slutligen årstransporterna för ytvattnet adderats till årstransporterna för dräneringsvattnet.

Tabell 1. Avrinning och förlust av kväve och fosfor från fältstationer i PMK-nätet. *Drainage discharge and loss of nitrogen and phosphorus.*

Station		Huvudgröda		Avrinning		Förlust (kg/(ha-år))						
		Jor-	sommar	vinter	(mm)		Total-N		NO ₃ -N	Total-P		PO ₄ -P
Nr	Län	art	1988	88/89	88/89	Medel*	88/89	Medel*	88/89	88/89	Medel*	88/89
14	AC	mo	vårsått		290		11		7	0,25		0,11
16	Z	LL	korn		300	(280)	18	(17)	17	0,05	(0,17)	0,03
8	C	ML	korn		17	(69)	2	(5)	2	0,00	(0,10)	0,00
17	S	FMo	havre		130	(130)	4	(8)	4	0,14	(0,19)	0,10
18	T	mull	träda	vall	370	(360)	19	(21)	2	0,91	(0,59)	0,73
1	D	ML	vall	vall	120	(230)	2	(10)	1	0,63	(0,96)	0,40
7	E	ML	korn/träda	vete/-	240	(320)	9	(11)	7	0,27	(0,34)	0,18
6	E	FMo	höstraps	vete	28	(110)	1	(13)	1	0,06	(0,12)	0,02
5	R	GMo	ärtor	vete	120	(130)	17	(6)	16	0,06	(0,08)	0,02
4	R	ML	vete		150	(180)	11	(21)	9	0,23	(0,22)	0,13
12	N	GMo	havre		430	(400)	54	(50)	50	0,07	(0,08)	0,03
11	L	ML	vårsäd		260	(260)	14	(25)	9	0,82	(0,55)	0,23
3	L	GMo	majs,pot		180	(320)	37	(69)	34	0,91	(1,55)	0,83
2	M	LL	sockerb		250	(290)	18	(36)	15	0,17	(0,22)	0,05

* Medelårsvärdena gäller för perioden 1977/88 med undantag för fält 18 där medelvärdet gäller för perioden 82/88.

Medelårstransporterna har beräknats som det aritmetiska medelvärdet av årstransporterna.

Årsmedelkoncentrationerna har beräknats genom att årstransporterna dividerats med årsavrinningarna. För fält 14 har uppdelningen i dränerings- och ytvatten bibehållits.

Långtidskoncentrationerna, slutligen, har beräknats genom att det aritmetiska medelvärdet för årstransporterna dividerats med det aritmetiska medelvärdet för årsavrinningarna.

Då medelårsavrinningar, medelårstransporter eller långtidskoncentrationer nämns i denna rapport gäller dessa med ett undantag för 11-årsperioden 1977/88. Undantaget är fält 18 som startades först 1982.

För grundvatten:

För grundvattnet utgör årsmedelkoncentrationen det aritmetiska medelvärdet av koncentrationerna vid provtagningstillfällena. Sjuårskoncentrationen i sin tur utgör det aritmetiska medelvärdet av årsmedelkoncentrationerna.

RESULTAT

Avrinnande vatten:

Då den enskilda åkerns bidrag till eutrofieringen under ett år skall bedömas ställs man inför tre frågor. Den första gäller hur stor vattenmängd som runnit av från fältet. Den andra handlar om i vilken utsträckning kväve och fosfor funnits tillgängligt i marken vid de tidpunkter då avrinningen ägde rum. Den tredje frågan gäller fördelningen mellan det vatten som passerat genom marken innan det nått dräneringsledningarna och det vatten som istället runnit av ytligt och nått dräneringsledningarna via ytvattenbrunnar och dylikt.

Att väderleken har betydelse i sammanhanget är uppenbart. Låt oss därför se hur väderåret 1988/89 tedde sig. Den totala nederbördsmängden var inte anmärkningsvärd. Det räcker att konstatera att den i allmänhet var något mindre än medelårsnederbörden för elvaårsperioden 1977/88. I södra och mellersta Sverige blev emellertid fördelningen av nederbörden

Tabell 2. Årsmedelvärden 1988/89 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i det avrinnande vattnet. *Annual mean values in 1988/89 of pH, conductivity and nutrient concentrations in drainage water.*

Lokal			Koncentrationer (mg/l)												
Nr	Län	Jord-art	pH	Kond. (mS/m)	HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
14dr yt	AC	Mo	5,1	48	7	68	29	6,3	7,1	0,00	0,02	23	11	61	16
			6,5	17	22	4	6	0,6	2,3	0,06	0,12	2	7	8	1
16	Z	LL	7,4	61	303	17	12	5,7	6,1	0,01	0,02	7	5	125	8
08	C	ML	7,7	63	324	7	12	14,3	14,6	0,02	0,02	7	1	112	12
17	S	FMo	6,5	17	36	5	18	2,8	3,3	0,07	0,10	5	5	17	3
18	T	Mull	6,1	64	119	74	12	0,5	5,2	0,19	0,24	6	2	124	8
01	D	ML	7,0*	13*	34	3	4	0,6	2,0	0,33	0,52	3	6	9	3
07	E	ML	7,5	51	223	16	12	3,1	3,6	0,08	0,11	7	2	65	21
06	E	FMo	8,0	55	116	6	10	2,4	3,2	0,09	0,21	3	1	32	3
05	R	GMo	7,1*	39*	125	11	13	12,8	13,4	0,02	0,05	23	2	25	21
04	R	ML	7,1	28	89	6	8	6,2	7,5	0,09	0,16	7	2	32	6
12	N	GMo	6,7	25	49	9	12	11,7	12,6	0,01	0,02	8	5	31	3
11	L	ML	7,6	57	255	12	16	3,6	5,5	0,09	0,32	14	6	83	14
03	L	GMo	7,3	68	227	25	26	19,4	21,0	0,47	0,52	22	31	111	6
02	M	LL	7,7	68	336	15	28	6,1	7,2	0,02	0,07	13	1	136	6

* Värdet gäller för det separerade dräneringsvattnet

Tabell 3. Årsmedelvärden 1988/89 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i grundvatten. *Annual mean values in 1988/89 of pH, conductivity and nutrient concentrations in groundwater.*

Station nr	Djup (m)	Län	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)										
					HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
16 1	1,8	Z	7,6	92	405	73	4	0,1	inga analyser utförs			10	2	194	14
08 1	2,0	C	7,6	55	340	7	11	8,6	"	"	"	9	2	111	16
	4,0		7,3	61	396	7	7	0,2	"	"	"	18	5	105	21
18 1	2,0	T	6,8	64	372	7	22	0,3	"	"	"	14	3	88	20
	4,0		7,0	57	336	3	25	1,3	"	"	"	17	4	67	18
	9,5		7,6	50	212	16	35	0,0	"	"	"	23	2	90	3
01 2	2,2	D	7,6	37	225	9	5	0,0	"	"	"	26	2	34	22
	3,5		7,7	42	237	9	6	0,0	"	"	"	31	4	37	22
	4,1		7,6	37	167	11	7	2,4	"	"	"	15	8	40	16
07 2	2,5	E	7,8	56	373	14	7	0,0	"	"	"	11	6	93	28
	4,0		7,8	60	371	15	7	0,0	"	"	"	11	6	92	29
06 2	2,0	E	— — — —	— — — —	röret var torrt — — — —				"	"	"	— röret var torrt —			
	4,0		7,8	57	353	8	16	0,0	"	"	"	28	2	89	16
05 1	2,0	R	7,2	39	205	9	15	0,0	"	"	"	45	4	18	20
	4,0		7,3	58	367	3	20	0,0	"	"	"	63	11	31	31
04 1	2,0	R	7,1	34	86	23	9	5,9	"	"	"	46	1	12	12
	4,0		7,0	34	137	13	9	5,1	"	"	"	47	2	16	12
12 2	1,7	N	6,2	24	23	15	15	7,8	"	"	"	13	5	28	3
	2,2		7,3	53	197	24	39	0,2	"	"	"	55	4	58	9
	5,5		7,9	133	452	23	210	0,4	"	"	"	243	13	33	15
11 1	3,6	L	7,8	72	468	5	17	0,0	"	"	"	65	8	57	28
	5,8		7,9	79	522	6	19	0,1	"	"	"	118	12	36	28
02 3	2,9	M	7,4	94	406	16	102	0,3	"	"	"	39	1	170	10
	5,6		7,5	80	412	16	108	0,2	"	"	"	47	1	170	8

Tabell 4. Långtidsmedelvärden 1977/88 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i det avrinnande vattnet. *Mean values for the years 1977/88 of pH, conductivity and nutrient concentrations in drainage water.*

Lokal Nr Län	Jord- art	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)										
				HCO ₃ [*]	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	Na*	K	Ca*	Mg*
16 Z LL		7,5	64	282	15	10	5,4	6,0	0,04	0,06	7	6	99	7
08 C ML		7,6	44	223	7	12	6,7	7,4	0,08	0,15	5	1	79	7
17 S FMo		6,5	23	22	5	19	5,0	6,0	0,06	0,15	8	5	23	3
18* T Mull		6,2	71	102	85	13	1,7	5,7	0,10	0,16	7	3	131	7
01 D ML		6,9	14	34	4	9	2,7	4,1	0,21	0,41	4	4	14	5
07 E ML		7,6	51	232	17	16	3,0	3,6	0,07	0,11	8	2	68	22
06 E FMo		7,7	60	192	23	34	10,2	11,6	0,08	0,11	13	2	97	12
05 R GMo		7,2	35	119	16	18	4,1	4,8	0,03	0,06	23	2	21	19
04 R ML		7,2	27	70	7	11	10,4	11,8	0,08	0,12	8	2	35	7
12 N GMo		6,8	32	40	13	20	11,4	12,6	0,01	0,02	10	5	40	3
11 L ML		7,6	53	173	15	23	7,9	9,7	0,07	0,21	13	4	69	13
03 L GMo		7,3	75	212	36	40	19,6	21,6	0,41	0,49	26	27	117	6
02 M LL		7,7	68	288	20	23	11,0	12,5	0,04	0,08	14	1	125	5

* Långtidsmedelvärdena gäller för 1977/88 med undantag för fält 18 som startade först 1982. Några ämnen har dessutom inte analyserats under delar av perioden. Därför gäller HCO₃-medelvärdena för perioden 1981/88 och medelvärdena för Na, Ca, och Mg för 1980/88.

Tabell 5. Sjuårsmedelvärden 1981/88 av pH, konduktivitet och ämneskoncentrationer i grundvatten. *Mean values for five years (1981/86) of pH, conductivity and nutrient concentrations in groundwater.*

Sta- tion nr	djup (m)	län	pH	Kond. (mS/m)	Koncentrationer (mg/l)										
					HCO ₃	SO ₄ -S	Cl	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P	Tot-P	Na	K	Ca	Mg
16 1	1,8	Z	7,4	92	421	81	5	0,1	inga analyser utförs			15	2	211	14
08 1	2,0	C	7,5	57	347	9	11	3,9	"	"	"	9	3	98	15
	4,0		7,4	60	414	6	6	0,1	"	"	"	18	5	91	20
01 2	2,2	D	7,5	39	220	12	5	1,4	"	"	"	25	2	32	22
	3,5		7,7	43	248	10	6	0,1	"	"	"	31	4	35	21
	4,1		7,7	37	192	11	7	1,5	"	"	"	16	8	39	17
07 2	2,5	E	7,8	58	377	13	7	0,0	"	"	"	10	6	85	28
	4,0		7,9	59	377	15	7	0,0	"	"	"	10	6	85	29
06 2	2,0	E	7,8	59	172	35	48	3,9	"	"	"	44	1	74	8
	4,0		7,8	55	366	6	14	0,1	"	"	"	25	2	80	15
05 1	2,0	R	7,2	41	211	11	17	0,0	"	"	"	46	4	18	21
	4,0		7,3	58	391	3	21	0,0	"	"	"	59	10	30	33
04 1	2,0	R	6,9	34	71	24	9	6,9	"	"	"	42	2	11	12
	4,0		7,0	37	160	15	9	4,3	"	"	"	47	2	18	13
12 2	1,7	N	6,2	34	17	22	27	11,6	"	"	"	14	6	42	4
	2,2		7,4	52	199	24	36	0,3	"	"	"	51	4	54	9
	5,5		7,8	94	359	22	123	0,2	"	"	"	167	9	41	12
11 1	3,6	L	7,7	69	421	10	17	0,1	"	"	"	79	9	51	28
	5,8		7,9	79	508	9	17	0,3	"	"	"	124	13	35	29
02 3	2,9	M	7,4	91	404	16	100	2,6	"	"	"	34	2	160	10
	5,6		7,4	87	399	17	89	0,9	"	"	"	31	1	162	7

F Ä L T 2
(M-län)

F Ä L T 3
(L-län)

F Ä L T 11
(L-län)

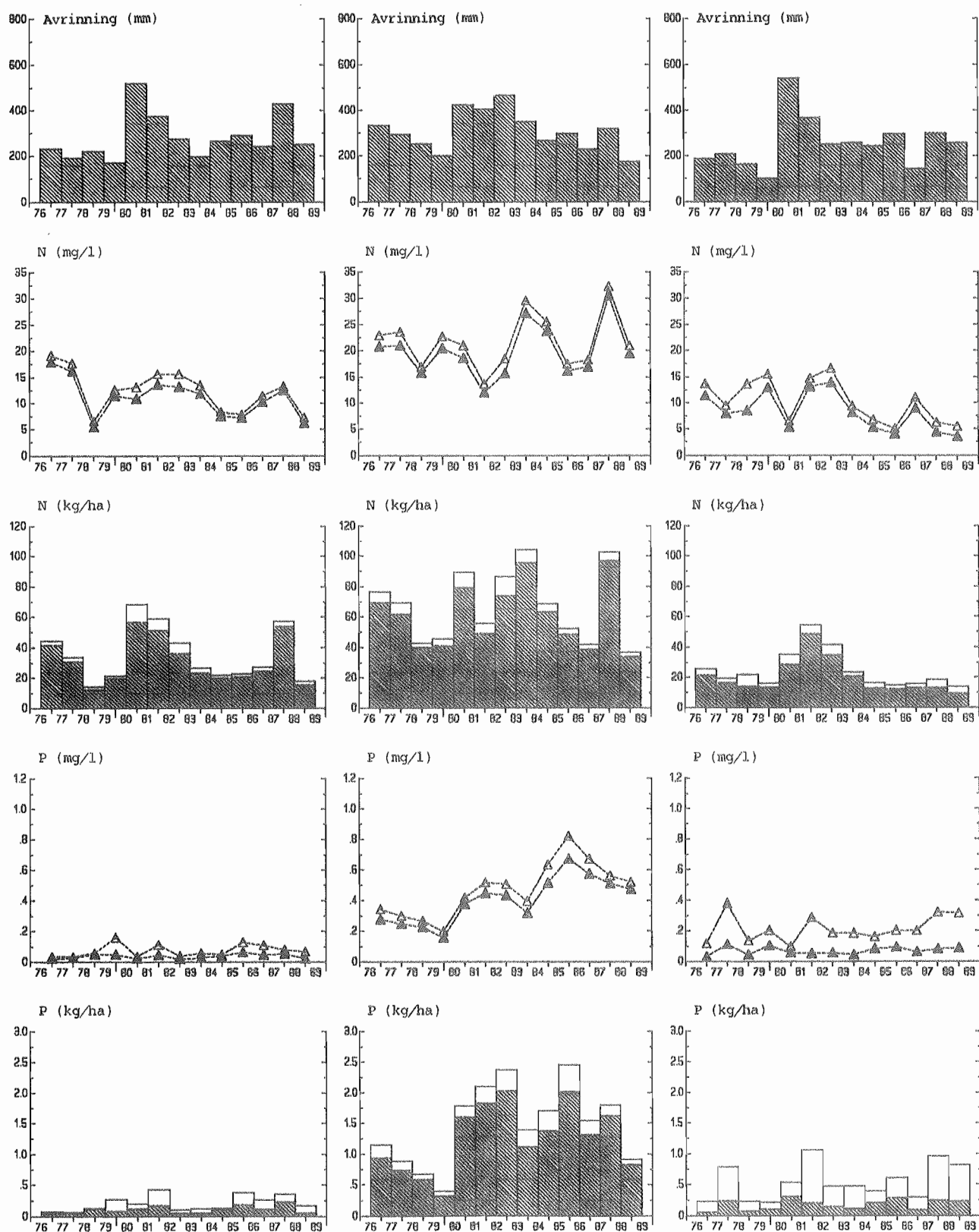
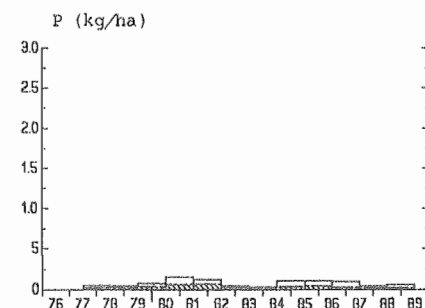
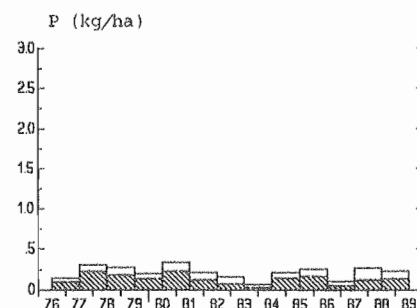
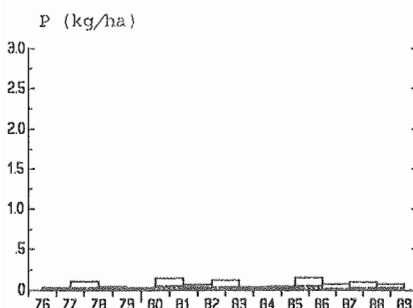
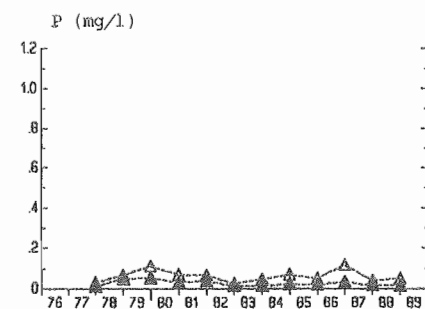
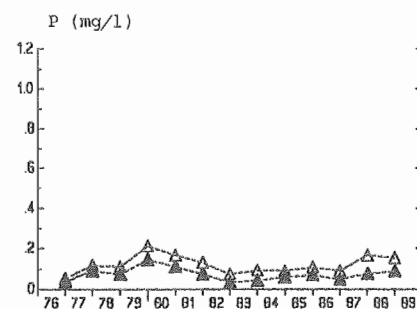
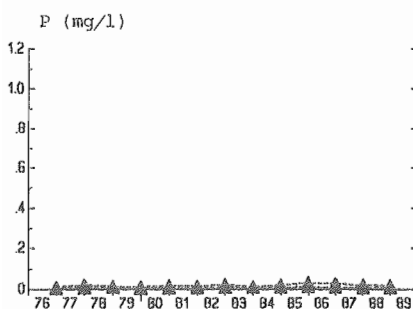
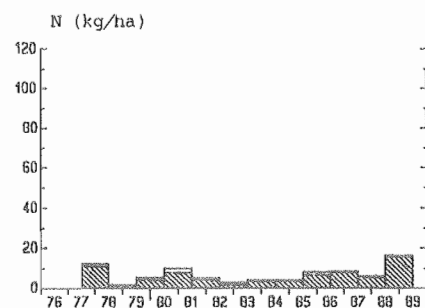
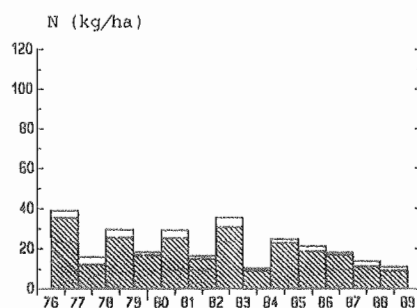
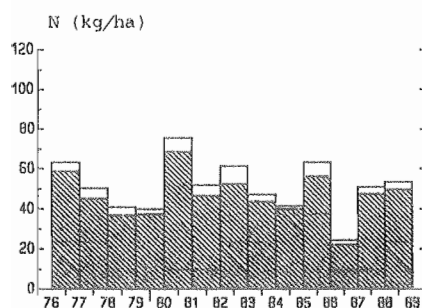
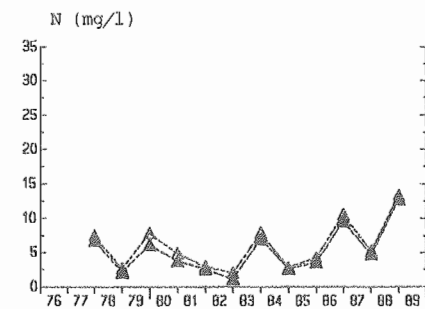
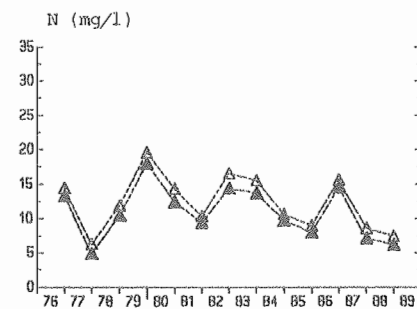
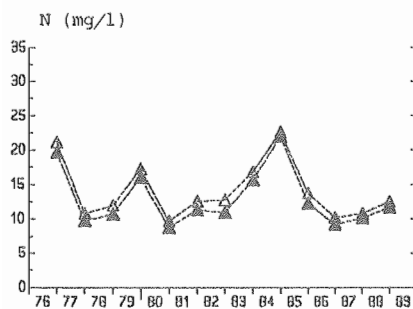
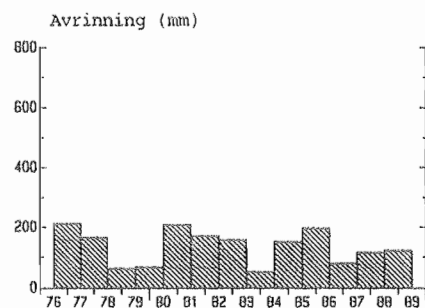
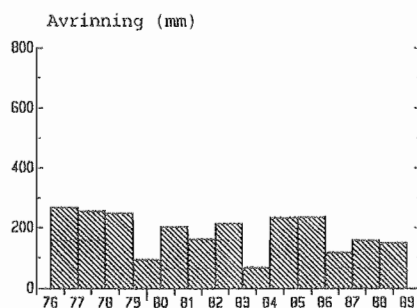
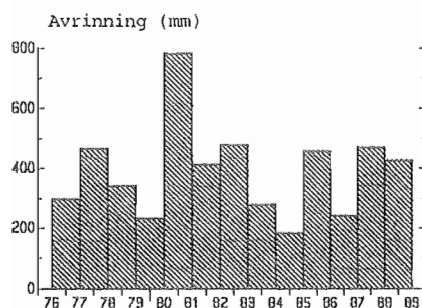


Fig. 2. Årsavrinning, årsmedelvärden för totalkväve Δ -, nitratkväve \blacktriangle -, totalfosfor \triangle och fosfatfosfor \blacktriangle samt årstransporter av dessa ämnen. Annual drainage discharge and annual mean values of total nitrogen, nitrate nitrogen, total phosphorus, and phosphate phosphorus and annual loss of these elements.

F Ä L T 12 (N-län)

F Ä L T 4 (R-län)

F Ä L T 5 (R-län)

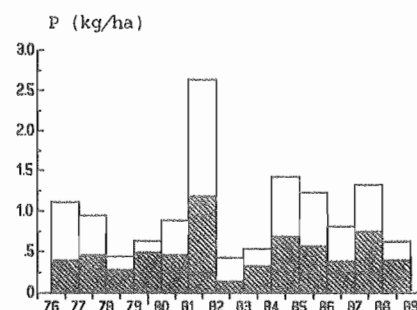
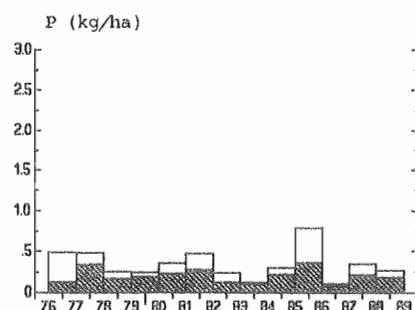
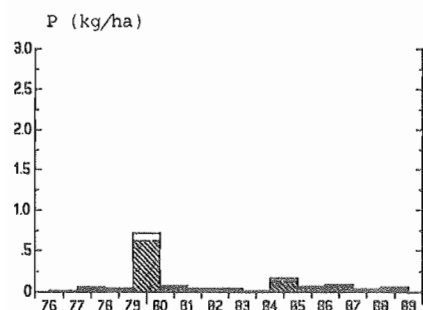
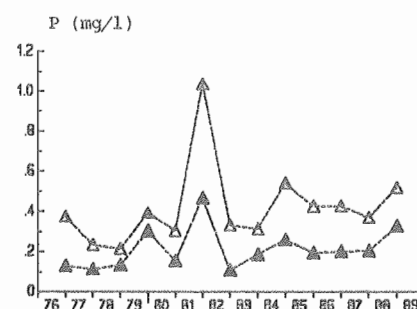
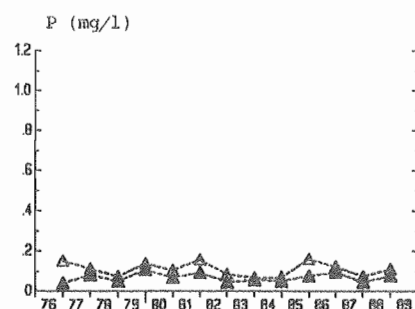
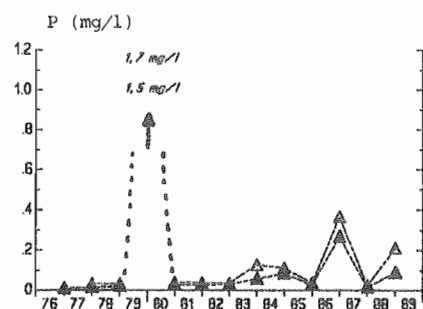
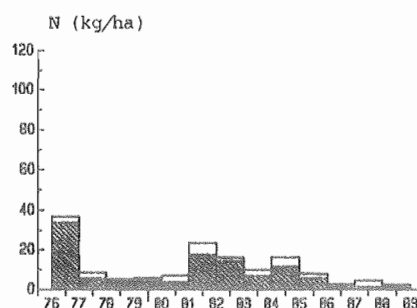
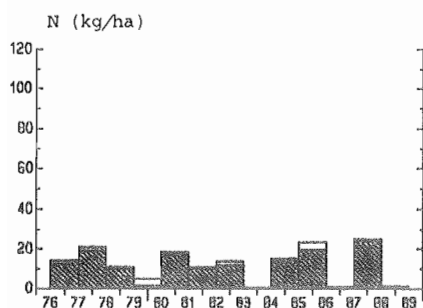
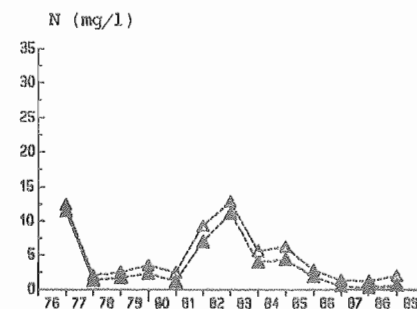
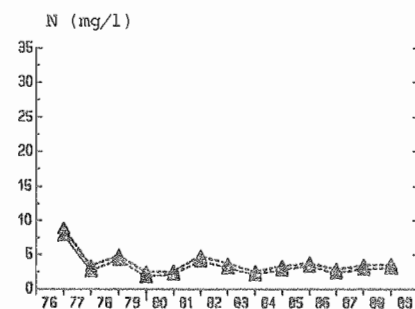
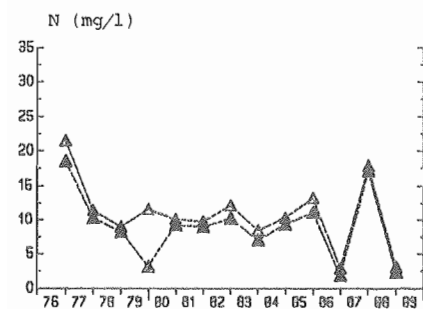
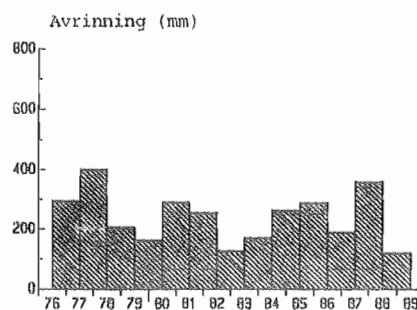
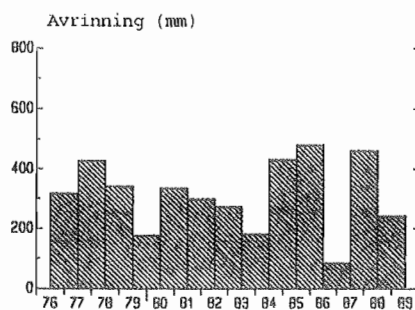
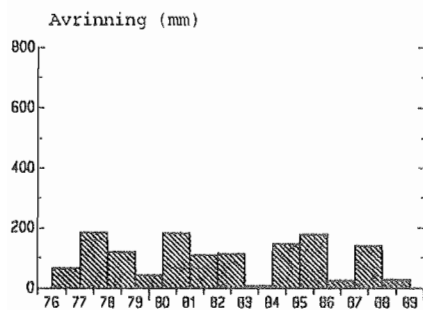


(forts. fig. 2)

F Ä L T 6 (E-län)

F Ä L T 7 (E-län)

F Ä L T 1 (D-län)

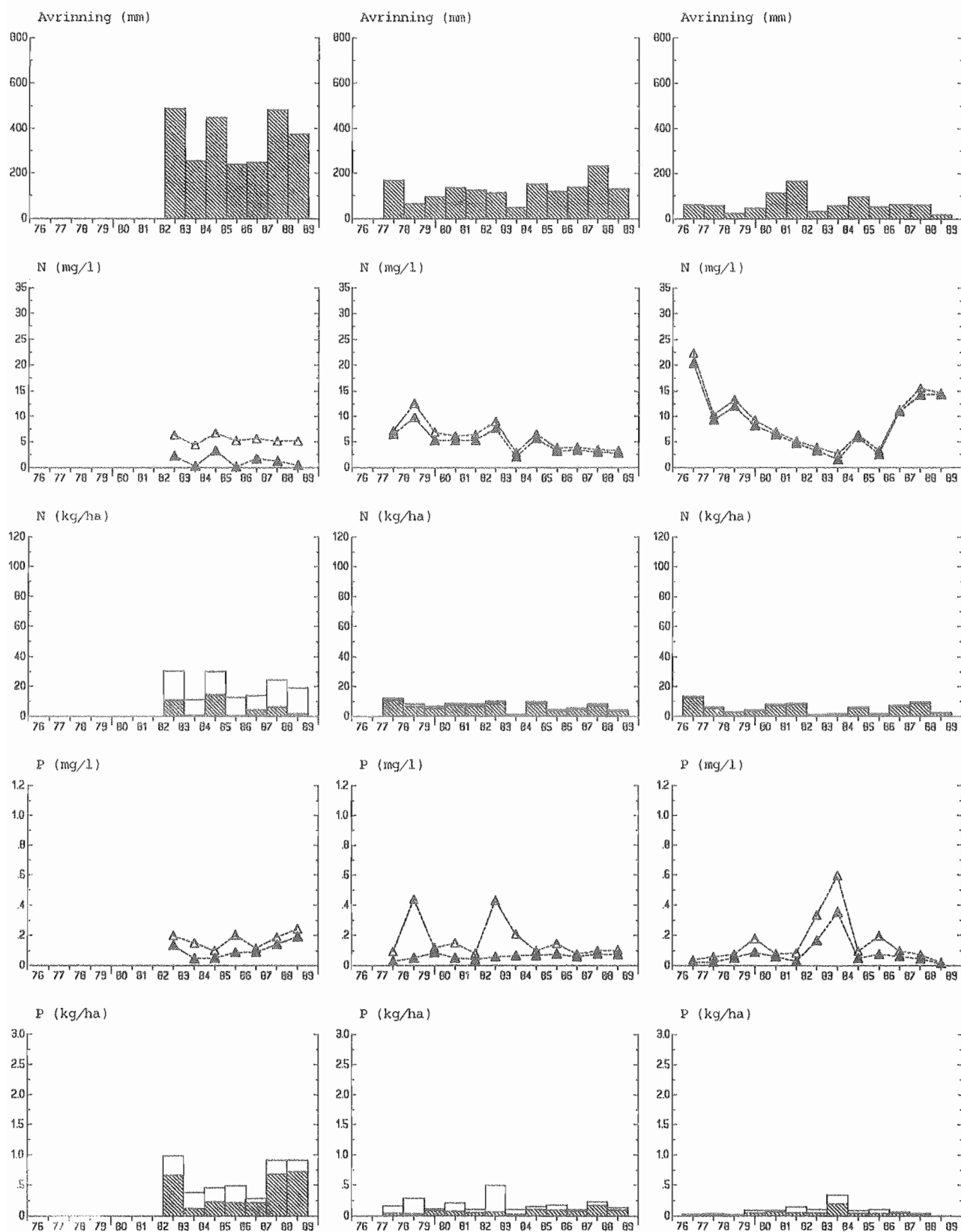


(forts. fig. 2)

F Ä L T 18
(T-län)

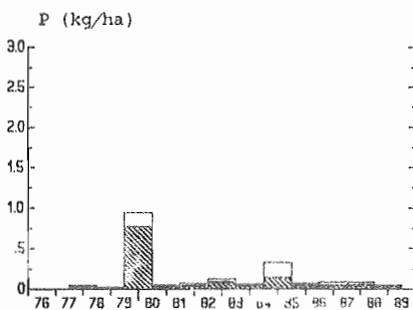
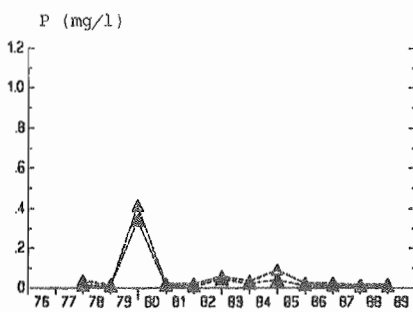
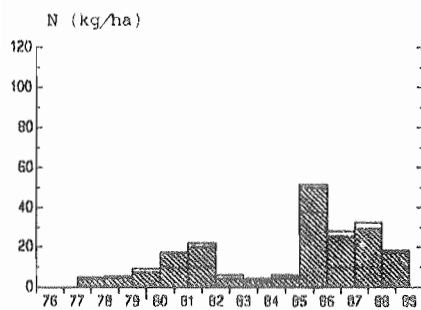
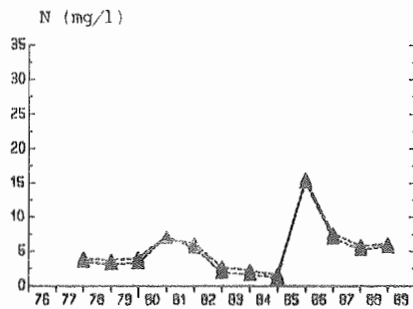
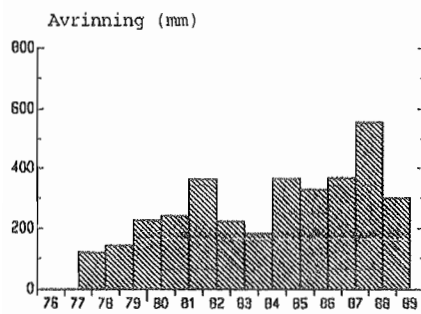
F Ä L T 17
(S-län)

F Ä L T 8
(C-län)



(forts. fig. 2)

F Ä L T 16
(Z-län)



(forts. fig. 2)

under året ovanlig, med en mycket blöt julimånad och en torr vinter. Januari var extremt torr. Ur utlakningssynpunkt är dock en sådan fördelning av godo, eftersom grödan under sommaren kan ta upp såväl stora mängder vatten som näring.

När det gäller temperaturen kom vintern ovanligt tidigt, redan i slutet av oktober i nästan hela landet. Eftersom kvävemineraliseringen därmed sannolikt hämmades innebar också detta goda förutsättningar för en måttlig kväveutlakning. Att resten av vintern sedan blev ovanligt mild från och med slutet av december kom inte att få några anmärkningsvärda följder på grund av den ringa nederbördsmängden.

Eftersom årsnederbörden var måttlig och vintern torr var några ovanligt stora årsavrinningar inte att vänta. Vid samtliga fält höll sig också årets avrinning runt långtidsmedelvärdet för respektive fält eller under detta värde (tabell 1). Därför kunde man också förvänta sig att kväveförlusterna skulle bli normala eller små. Så blev också fallet, med ett undantag (fig. 2). Fält 5 förlorade 17 kg kväve per hektar, vilket är en stor mängd jämfört med fältets medelårsförlust på 6 kg/ha. Eftersom orsaken inte kan sökas i en stor avrinning måste den sökas på annat håll.

Under sommaren odlades ärtor på fältet. Dessa skördades den 7 juli och därefter låg marken bar fram till 11 september då vete såddes. Under denna period, då jorden också bearbetades ett antal gånger, frigjordes troligen en stor mängd kväve i marken genom mineralisering samtidigt som det inte fanns någon gröda som tog upp näringen. I det vattenprov som togs i början av september, i samband med att 25 mm vatten rann av, blev kvävehalten ovanligt hög för fältet (21,9 mg/l). Visserligen blev halterna lägre i det vatten som rann av senare under hösten, analysvärdena kom att ligga mellan 9,1 och 14,9 mg/l, men också dessa halter är höga jämfört med fältets långtidsmedelvärde på 4,8 mg/l (tabell 4). Med all sannolikhet var det alltså den tidiga ärtskörden följt av jordbearbetningar som orsakade den höga årsmedelhalten av kväve.

Om vi fortsätter att sätta kvävet i centrum bör också fält 8 nämnas med anledning av att dess årsmedelhalt på 14,6 mg/l (tabell 2) var högre än fältets långtidsmedelvärde. I detta fall ledde det emellertid inte till en stor kväveförlust, eftersom årsavrinningen var så liten som 17 mm. Det var dessutom troligen snarare årsmånen än själva odlingen som orsakade den förhöjda halten. Kännetecknande för fältet är att det vissa år kan få en stor ytavrinning vid snösmältningen, men bristen på tjäle i år ledde troligen till att en betydligt mindre del av vattnet rann av på ytan än vad som annars skulle varit fallet. Det vatten som istället sjönk ned genom marken kunde där tvätta ut kväve. Om detta stämmer bör årsmedelhalten av fosfor ha blivit lägre än normalt, eftersom fosfor i första hand transporteras med ytvatten. Så blev också fallet, 0,02 mg/l mot långtidsmedelvärdet 0,15 mg/l.

När det gäller de övriga fälten hade alla i år kväve-medelhalter som låg runt deras respektive långtidsmedelvärde eller under detta. Exempelvis hade fält 3 den för detta fält helt normala årsmedelhalten 21,0 mg/l. Detta är emellertid totalt sett en så hög medelhalt att den blev den högsta som något fält hade i år. Det som orsakar fältets höga halter är att jorden är lättgenomsläpplig, att den odlas intensivt samt att marken ligger bar under vintern, eftersom nästan enbart vårsådda grödor odlas. Fältet tillförs dessutom stora mängder stallgödsel. Trots de höga halterna var det emellertid inte detta fält som i år fick den största förlusten av kväve, det räckte inte avrinningen på 180 mm till för, en avrinning som för övrigt var betydligt mindre än fältets medelårsavrinning. Fältet kom att förlora 37 N kg/ha, vilket endast är drygt hälften av dess medelårsförlust.

Årets största kväveförlust på 54 N kg/ha fick istället fält 12 i Hallands län, också det ett fält som tillförs stallgödsel och som ligger på en lättgenomsläpplig jord. Under 1988 odlades där havre, varefter marken låg obeväxt under vintern. Fältets årsmedelhalt av kväve blev 12,6 mg/l och denna halt i kombination med en mycket stor avrinning på 430 mm ledde till den stora förlusten.

Ett exempel på ett fält som hade lägre årsmedelhalt av kväve än normalt är fält 2 i Malmöhus län. Där odlades sockerbeter under hösten och dessas kväveupptag har med all sannolikhet hållit nere mängden utlakningsbart kväve. Likaså blev det troligen fråga om endast en blygsam mineralisering efter skörden särskilt med tanke på att vintern kom ovanligt tidigt. Till följd av ovanstående, uteblev den kraftiga stegring av kvävehalten under senhösten och förvintern, som annars ofta uppträder.

Ett annat exempel på ett fält med låga kvävehalter orsakade av grödan är fält 1, vilket för övrigt är det fält som hade såväl årets lägsta medelhalt av kväve (2,0 mg/l) som det näst lägsta långtidsmedelvärde (4,1 mg/l). Orsaken står att finna i att fältet legat i vall såväl i år som under sex av de elva år som ingår i långtidsmedelvärdet.

För fält 6 slutligen var det den stora andelen ytvatten som i år orsakade att fältet fick en låg årsmedelhalt av kväve (3,2 mg/l). Större delen av den lilla årsavrinningen på 28 mm rann av då vinterkylan släppte i slutet av december. I det vattenprov som då togs var kvävehalten 1,3 mg/l, vilket är den lägsta som något fält hade under hela året.

Låt oss fortsätta att begrunda resultaten men sätta fosfor i centrum istället för kvävet. De högsta årsmedelhalterna av fosfor hade fält 3 och fält 1, i båda fallen 0,52 mg/l. När det gäller fält 3, som ligger på en grovmojord, stod fosfatfosfor för 90 procent av den totala fosfor. Sannolikt är stallgödseln den dominerande källan. Fältet som är uppdelat i två skiften har i genomsnitt fått 40 respektive 32 ton flytgödsel per ha och är under elvaårsperioden 1977/88.

När det gäller fält 1 står fosfatfosfor för 63 procent av den totala fosfor och till denna relativt stora andel kan utfrysning från vallmaterialet i viss mån ha bidragit. Att den totala halten av fosfor ligger högt kan dessutom troligen hänföras till att ytavrinningen är betydande på detta fält, till att fältet tidigare år tillförts stallgödsel, samt till det faktum att lerjordar visat sig ha en tendens att släppa ifrån sig mer fosfor än lättare jordar.

Även fält 11 hade en hög årsmedelhalt av fosfor (0,32 mg/l), men för detta fält utgjorde fosfatfosforandelen endast 28 procent. Marken är starkt kuperad och jordarten utgörs av mellanlera. Borttransporten av fosfor kan antas ha skett i första hand med suspenderade markpartiklar (erosion) och detta antagande styrks av det faktum att årsmedelhalten av suspenderat material var så hög som 298 mg/l. Det senare resulterade i en erosionsförlust på 767 kg/ha, den största erosionsförlust som något fält hade under året.

Slutligen bör fält 18 nämnas med avseende på dess tämligen höga årsmedelhalt av fosfor (0,24 mg/l). Fältet ligger på en mulljord och hela 79 procent av fosfor utgjordes av fosfatfosfor. Detta fält samt fält 3 hade de största fosforförlusterna av samtliga undersökta fält (0,91 kg/ha).

Grundvatten:

För att få reda på om odlingen påverkat kvaliteten hos grundvattnet provtogs detta under dräneringsdjup på 11 av de 14 fälten. Vid ett fält fanns en tydlig påverkan. Det gäller fält 4 där tryckförhållandena är sådana att vattnet rör sig nedåt i marken. Årsmedelhalten av nitratkväve blev där 5,9 mg/l på tvåmetersnivån och 5,1 mg/l på fyrametersnivån (tabell 3). Dessa värden ligger strax över de 5 mg/l nitratkväve som sedan 1 januari 1990 gäller som gränsvärde för hygieniskt anmärkningsvärt dricksvatten. Över denna gräns hamnade också årsmedelvärdena för två-metersnivån på fält 8 och 1,7-metersnivån på fält 12 (8,6 respektive 7,8 mg/l). På djupare nivåer hade emellertid dessa fält låga värden. När det gäller fält 8 blev det ovan nämnda årsmedelvärde av nitratkväve på 8,6 mg/l det högsta som något fält hade på någon nivå i år. Den var också mer än dubbelt så hög som provpunktens medelvärde för sjuårsperioden 1981/88 (tabell 5).

Ytterligare två fält bör nämnas för sina relativt höga nitratkvävehalter och det är fält 1 och fält 18. Här rör det sig emellertid inte om det allra ytligaste grundvattnet utan om det som finns på fyrameters-

nivån. Årsmedelhalterna blev där 2,4 respektive 1,3 mg/l. På fält 18 togs dessutom prov på 9,5 meters djup, men där var halten åter låg.

När det gäller övriga fält hade inte något av dem en årsmedelhalt som översteg 0,5 mg/l på någon nivå.

PUBLIKATION

Löfgren, S. & Olsson, H. 1990. Tillförsel av kväve och fosfor till vattendrag i Sveriges inland. Naturvårdsverket Rapport 3692.

SAMMANFATTNING

Det blev i allmänhet normalstora eller små förluster av kväve och fosfor från åkermarken under perioden 1 juli 1988 till 30 juni 1989. Detta antyder resultaten från det här redovisade JRK-projektet. Ett projekt som för närvarande omfattar 14 försöksstationer runt om i landet och som har som syfte att kontrollera odlingens inverkan på kvaliteten hos yt- och grundvatten. Vid stationerna mäts avrinningen kontinuerligt och vattenprov tas regelbundet. Vid de flesta stationerna provtas och tryckmätts dessutom grundvattnet.

Resultaten från perioden hänger samman med att nederbörds mängden var måttlig och vintern torr. Från ett av fälten var emellertid förlusten av kväve större än den brukar vara där och detta berodde troligen på en tidig ärtskörd följt av jordbearbetning.

Periodens lägsta medelkoncentration av kväve i dräneringsvattnet (2,0 mg/l) hade vattnet från ett vallbevuxet lerjordsfält i Södermanland och den högsta (21,0 mg/l) hade vattnet från en mojord i Skåne.

I rapporten finns tabeller och diagram som visar halter och förluster av kväve och fosfor såväl under det senaste försöksåret som under tidigare år.

REFERENS

Brink, N., Gustafson, A. & Persson, G. 1979. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. Ekohydrologi nr 4, 7-57.

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
24	1987	<p>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i></p> <p>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of Nutrients from Arable Land in the Nybroån River Basin.</i></p> <p>Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with Manure and Fertilizer leach Plant Nutrients.</i></p> <p>Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare.</p> <p>Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker.</p> <p>Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker.</p>
25	1987	<p>Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön.</p> <p>Nils Brink. Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. <i>Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i></p> <p>Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water quality and agricultur in the area of Lake Ringsjön.</i></p> <p>Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i></p> <p>Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i></p>
26	1988	<p>Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i></p> <p>Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i></p> <p>Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i></p> <p>Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsläckage efter vallbrott. <i>Leaching of nutrients after ploughing a ley.</i></p> <p>Solweig Ellström. Avrinning och växtnäringstransport från åkermark. <i>Discharge and losses of nutrients from arable land.</i></p>

Ekohydrologi

- | Nr | År | Författare och titel. <i>Author and title.</i> |
|----|------|--|
| 18 | 1984 | <p>Barbro Ulén. Påverkan på yt-, dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i></p> <p>Barbro Ulén. Nitrogen and phosphorus to surface water from crop residues.</p> |
| 19 | 1985 | <p>Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of Nitrogen and Phosphorus in the Ringsjö Area.</i></p> <p>Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of Nutrients from Clay Soils in Skåne.</i></p> <p>Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Björn Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient Losses from Arable Land in the Region of Uppsala.</i></p> <p>Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsalaregionen. <i>Drinking Water Quality in the Region of Uppsala.</i></p> <p>Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop.</i></p> <p>Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with Surface Run-off of Cyanazine.</i></p> |
| 20 | 1985 | <p>Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorprop på sandjord. <i>Mobility of MCPA and Dichlorprop in a Sandy Soil.</i></p> <p>Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of Nutrients from a Sandy Soil in Halland.</i></p> <p>Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of Phosphorus from Arable Land.</i></p> <p>Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön.</p> <p>Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder.</p> <p>Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.</p> |
| 21 | 1986 | <p>Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity Test for Pesticides using Protozoa.</i></p> <p>Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten.</p> <p>Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of Phosphorus from Soils.</i></p> <p>Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of Fertilizing for Increased Protein. Evaluate the Environment.</i></p> <p>Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark.</p> |
| 22 | 1987 | Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate. |
| 23 | 1987 | Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil. |

Denna serie efterträder den åren 1970–1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvård vid institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. Serien Vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1–6. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress nedan).

This series is a successor to Vattenvård published in 1970–1977. Here you will find research reports from the Division of Water Management at the Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences. The Vattenvård series is listed in Ekohydrologi 1–6. You will find earlier issues of Ekohydrologi listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Management (address, see below).

Nr År Författare och titel. Author and title.

- 1 1978 Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. *Losses of nutrients from arable land.*
- 2 1978 Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. *Manure gone astray.*
Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. *Nitrogen leaching from arable land.*
- 3 1979 Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. *Leachate from compost of refuse and sludge.*
Nils Brink. *Self-purification studies of silage juice.*
Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsläckage på Kristianstadsslätten. *Loss of nutrients on the Kristianstad Plain.*
Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. *Pollution of the Groundwater by a Dung Yard.*
- 4 1979 Nils Brink. Vattnet är det yppersta.
Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979.
Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. *Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.*
- 5 1979 Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. *Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.*
Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. *Losses of Nutrients from Forests.*
Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. *Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.*
Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjningen.
- 6 1980 Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. *Losses of nutrients in Skåne and Halland.*
Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. *Leaching after Spreading of Potato Juice.*
Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. *Forecasting the need of fertilizer nitrogen.*
Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
- 7 1980 Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. *Where does the commercial fertilizer go.*
Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. *The importance of the environment for the primary production in Lake Vadsbrosjön.*
Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet.
Nils Brink. Utlakningen av växtnäring från åkermark.
Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
- 8 1981 Nils Brink. Försurning av grundvatten på åker. *Acidification of Groundwater on arable land.*
Rikard jernlås och Per klingspor. TCA-utlakning från åker. *Leaching of TCA from arable land.*
Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. *Storm Washing of Phosphorus from Arable Land.*
Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. *Control of losses of nutrients from arable land and forest.*
- 9 1981 Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. *Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.*
Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. *Leachate from piles of shredded refuse.*
- 10 1982 Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. *Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.*
Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. *Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.*
Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. *Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.*
- 11 1982 Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltsbelastning och trofinivå. *The nutrient load and trophic level of Lake Vadsbrosjön.*
Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. *Metal contents in drainage water from cultivated soils.*
Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige.
Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. *Erosion of phosphorus from arable land.*
Rikard jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.
- 12 1982 Nils Brink och Rikard jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. *Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.*
Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. *Leachate migration through soils.*
Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden.
Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land into groundwater in Sweden.
- 13 1983 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödselad åker. *Surface transport of plant nutrient from field spread with manure.*
Rikard jernlås. TCA-utlakning på lerjord. *Leaching of TCA on a clay soil.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. *Losses of nutrients at Öjebyn.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. *Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.*
Rikard jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. *Drainage losses of nitrate and irrigation.*
- 14 1983 Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kväve mineralisering vid plöjningsfri odling. *Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.*
Rikard jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. *Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.*
Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. *Soil sampling for nitrogen forecasts.*
Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. *Nutrients and organic matters from farmland and woodland.*
Nils Brink. Gödselanvändningens miljöproblem.
- 15 1984 Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. *Nutrient losses in the Ringsjö area.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. *Catch crop after barley.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. *Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. *Losses of nutrients at Vagle.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. *Losses of nutrients at Offer.*
- 16 1984 Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. *Intensity and duration of drainage discharge from arable land.*
- 17 1984 Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. *Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.*
Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. *Losses of nutrients from sandy soils.*
Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. *Losses of nutrients at Boda.*
Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp – ett rättsfall.

Distribution:

Pris: 35:-

Avdelningen för vattenvårdslära
Box 7072
750 07 UPPSALA, Sweden

Tel 018-67 24 60